

KURZSTUDIE

NACHHALTIGE ENERGIE- UND WÄRMEVERSORGUNG WOHNGEBIET GROTH MOOR LEEZEN

Leezen, April 2022



Auftraggeber: LGE
Ansprechpartner: Carsten Lenschow

Auftragnehmer: Landgesellschaft M-V mbH
Lindenallee 2a
19067 Leezen
Bearbeitet von: Andrea Schüch

**Kurzstudie
zur nachhaltigen
Energie- und Wärmeversorgung
Wohngebiet Groth Moor Leezen**

Leezen, April 2022

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
1. Hintergrund und Aufgabenstellung	6
1.1. Ausgangssituation	6
1.2. Zielstellung	6
2. Rahmenbedingungen	7
2.1. Untersuchungsgebiet Gemeinde Leezen	7
1.1.1 Fahrzeugbestand und E-Mobilität	7
1.1.2 Energieversorgungsstruktur	7
2.2. Bisherige Klimaschutzaktivitäten in Leezen	8
2.3. Stand der Erneuerbaren Energien und Klimaschutz in Mecklenburg-Vorpommern ..	8
3. Informationen zum geplanten Baugebiet	9
4. Bedarfsermittlung	11
4.1. Strombedarf	11
4.2. Wärmebedarf	12
4.3. Abschätzung Bedarf für Elektromobilität	15
5. Potenzialermittlung	16
5.1. PV-Strom	17
5.2. Solarthermie	18
5.3. Oberflächennahe Geothermie/Erdwärme/Umweltwärme	20
6. Nachhaltigkeitszertifikat DGNB	26
7. Abwägungen zur dezentralen – zentralen Wärmeversorgung	31
7.1. Konventionelles Nahwärmenetz	32
7.2. Kaltes Nahwärmenetz	34
8. CO ₂ -Emissionen der Versorgungslösungsvarianten	37
9. Wirtschaftlichkeit ausgewählter Wärmeversorgungskonzepte	40
10. Zusammenfassung und Schlussfolgerung	44
11. Checkliste für Neubaugebiete	45
12. Literatur und Quellen	46
13. Anhang	47

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ausschnitt aus dem städtebaulichen Vorentwurf	10
Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Bebauungsplan 15 „Wohnbebauung Groth Moor“	10
Abbildung 3: Verteilung des Stromverbrauchs in privaten Haushalten (EA NRW, 2018)	11
Abbildung 4: Wärmebedarf der verschiedenen Gebäudekategorien des Szenarios (TWW anhängig von Personen im Haushalt, hier 2,6 bis 4 Personenhaushalte).....	14
Abbildung 5: Nach Süden bzw. Süd-Ost, Süd-West, Ost ausgerichtete Dächer im Wohngebiet.....	17
Abbildung 6: Wärmeleistung sowie solarer Deckungsgrad einer Solarthermieanlage (EFH)	20
Abbildung 7: Übersicht Gewässerschutz Gemeinde Leezen (Trinkwasserschutzzonen), Quelle: Machbarkeitsstudie Gemeinde Leezen 2016	21
Abbildung 8: Wasserschutzgebiete in Leezen (Auszug aus GAIA am 9.3.2022)	22
Abbildung 9: Funktionsprinzip Wärmepumpe (bwp)	23
Abbildung 10: Systeme zur Erdwärmenutzung (Popp 2021)	23
Abbildung 11: Die fünf Themenfelder der DGNB-Zertifizierung	26
Abbildung 12: DGNB Zertifizierungsprozess in bis zu drei Stufen	27
Abbildung 13: Zertifizierungsgebühren Quartiere (gültig ab 01.06.2020) (DGNB)	28
Abbildung 14: Ergebnis der Zertifizierung in Augustfehn (Meyer 2020)	29
Abbildung 15: Energiekonzept Wohngebiet Hengsforde/Augustfehn (Meyer 2020).....	29
Abbildung 16: Vergleich konventionelles und kaltes Nahwärmenetz (Heizung Bartel).....	31
Abbildung 17: Richtwerte zur Bestimmung der Heizlast in kW abhängig von der Gebäudeklasse (VdZ)	33
Abbildung 18: Funktionsweise eines kalten Nahwärmenetzes (Stadtwerke Troisdorf)	34
Abbildung 19: Vergleich Kosten und CO ₂ -Emissionen der Versorgungsoptionen (10 = bei 10 %iger Kostensteigerung gegenüber 04/2022; 100 = bei 100 %iger Kostensteigerung gegenüber 04/2022).....	43

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenstellung der Gebäude, Ausrichtung und Grundstücksfläche	9
Tabelle 2: Zusammenstellung der Gebäude, Wohnfläche und Netto-Grundstücksfläche	9
Tabelle 3: Jahresstromverbräuche im Wohnbaugebiet	12
Tabelle 4: Berechnung des Raumwärmebedarfs	13
Tabelle 5: Berechnung des Wärmebedarfs zur Trinkwassererwärmung	13
Tabelle 6: Berechnung des Strombedarfs für E-Mobilität	15
Tabelle 7: Ladezeiten an verschiedenen Wallboxtypen für einen 40-kWh-Akku (ADAC).....	16
Tabelle 8: Berechnung des PV-Erzeugungspotenzials und der möglichen Netzeinspeisung	18
Tabelle 9: Berechnung der Deckung des Wärmebedarfs durch Solarthermie	19
Tabelle 10: Abschätzung des Flächenbedarfs für Erdwärmekollektoren	24
Tabelle 11: Vergleich Stromverbrauch Erdwärme- und Luftwärmepumpe.....	25
Tabelle 12: Szenarienvergleich zentrale und dezentrale Wärmeversorgung hinsichtlich ihrer CO ₂ -Emissionen	38
Tabelle 13: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Versorgungslösungen.....	41
Tabelle 14: Angenommene Preise und CO ₂ -Steuer der Versorgungslösungen.....	42

1. Hintergrund und Aufgabenstellung

1.1. Ausgangssituation

In 2016/2017 wurde von der Landgesellschaft/Abteilung Hochbau/Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien eine Machbarkeitsstudie zur Nutzung regenerativer Energien in der Gemeinde Leezen erstellt. Im Rahmen der Studie wurden die Bedarfe den Potenzialen an erneuerbare Energien gegenübergestellt und mögliche Maßnahmen inkl. zentraler Wärmeversorgungsoptionen herausgearbeitet. Leider wurden bisher kaum Maßnahmen umgesetzt.

Die Gemeinde Leezen hat die LGE damit beauftragt, ein Wohngebiet am westlichen Ortsrand zu erschließen. Zum September 2021 wurde dazu ein B-Plan erarbeitet.

Die Ausweisung eines neuen Wohngebietes bietet die Möglichkeit an die Machbarkeitsstudie anzuknüpfen. Gemeinsam mit der Abteilung Stadt- und Regionalentwicklung wurden verschiedene Ansätze besprochen und im Anschluss die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien von der LGE mit einer Kurzstudie beauftragt.

1.2. Zielstellung

Ziel der Kurzstudie war es herauszuarbeiten, welche Möglichkeiten der nachhaltigen Energie- und Wärmeerzeugung für das neue Wohngebiet bestehen und wie aktuelle Entwicklungen berücksichtigt werden können. Darüber hinaus sollte geprüft werden, ob eine DGNB-Zertifizierung möglich und sinnvoll wäre. Die Vorgehensweise bzw. zeitliche Abfolge spiegelt sich in der Struktur der Arbeitspakete wieder:

Arbeitspakete

- 01) Potenzialermittlung: PV-Strom, Solarthermie, oberflächennahe Geothermie/Erdwärme
- 02) Bedarfsermittlung/Prognose: Wärme, Strom, E-Mobilität
- 03) Nachhaltigkeitszertifikat DGNB System – was müsste im Wohngebiet umgesetzt werden, um dieses zu erreichen
- 04) Betrachtung dezentrale - zentrale Wärmeversorgung inkl. Anforderungen an Infrastruktur und Bedarf an öffentlichen Flächen (z.B. für Heizzentrale oder Kollektoren)
- 05) Betrachtung dezentrale – zentrale E-Ladestruktur inkl. Anforderungen an Infrastruktur und Bedarf an öffentlichen Flächen
- 06) Vorstellung Ergebnisse und gemeinsame Auswahl für weitere Betrachtung
- 07) Abschätzung Wirtschaftlichkeit ausgewählter Konzepte (Invest, Betrieb) anhand von Beispielen mit verschiedenen Betreibermodellen

2. Rahmenbedingungen

2.1. Untersuchungsgebiet Gemeinde Leezen

Die Gemeinde Leezen befindet sich an der östlichen Seeseite des Schweriner Sees und erstreckt sich über 2.625 ha. In unmittelbarer Nähe befindet sich die Autobahn A14. Mit seinen 2.220 Einwohner gehört die Gemeinde zum Amt „Ostufer Schweriner See“ mit Amtsverwaltung in Crivitz. Durch die Nähe zu Schwerin, die landschaftlich reizvolle Lage sowie die Infrastruktur ist Leezen ein attraktiver Wohnort. Neben der gewachsenen Bebauung mit Nachverdichtung ist ein Neubaugebiet inzwischen voll belegt.

1.1.1 Fahrzeugbestand und E-Mobilität

In Mecklenburg-Vorpommern sind von insgesamt 856.882 zugelassenen Fahrzeugen 626 Elektroautos (Stand 01.01.2019). Künftig müssen und werden sich diese Zahlen, vor dem Hintergrund des Klimaschutzes und der steigenden Kraftstoffkosten, deutlich erhöhen.

Ein gut ausgebautes Radwegenetz bietet zusätzlich eine wichtige Voraussetzung, um den motorisierten Individualverkehr zu reduzieren. Hier ist Leezen sehr gut erschlossen.

1.1.2 Energieversorgungsstruktur

Stromversorgung

Leezen befindet sich für die Grundversorgung im Zuständigkeitsbereich der EWMAG AG. Der Anteil an Erneuerbaren Energien im Energiemix der WEMAG beträgt insgesamt etwa 79 % und ist damit mehr als doppelt so hoch als der durchschnittliche Anteil in Deutschland. Dieser liegt im Mittel bei 36,6 %.

Der Ökostrom der WEMAG AG besteht zu 100 % aus Erneuerbaren Energien und erzeugt damit rechnerisch keine CO₂-Emissionen oder radioaktiven Abfall.

Erdgas

Der Gasnetzbetreiber vieler Städte und Gemeinden in Mecklenburg-Vorpommern ist die HanseGas GmbH. Grundversorger ist jeweils das Energieversorgungsunternehmen, das die meisten Haushaltskunden in einem Netzgebiet beliefert. Die letzte Feststellung fand zum 01.07.2018 statt. Daraus ging hervor, dass die Belieferung von Haushaltskunden im Netzgebiet der HanseGas GmbH mehrheitlich durch die E.ON Energie Deutschland GmbH erfolgt (HanseGas GmbH, 2019).

2.2. Bisherige Klimaschutzaktivitäten in Leezen

Im Jahr 2016 wurde durch die Gemeinde eine Machbarkeitsstudie zur nachhaltigen Energieversorgung (Bioenergiekonzept Leezen, 2016) in Auftrag gegeben. Die zentralen identifizierten Maßnahmen wie z.B. eine zentrale biomassebasierte Wärmeversorgung wurden nicht realisiert. Allerdings wurden verschiedene individuelle Energieeffizienzmaßnahmen umgesetzt und regenerative Erzeugungsanlagen gebaut.

Zu nennen ist vor allem die energetische Sanierung der Grundschule inklusive der Dämmung und Wärmeversorgung (zwischenzeitlich mit einer Luft-Wärmepumpe, aktuell wieder Erdgaskessel). An neuen Wohngebäuden sind häufig Luft-Wärmepumpen anzutreffen. Eine wachsende Anzahl privater und gewerblicher Dach-Solaranlagen wurden installiert. Nicht öffentliche E-Ladestellen existieren inzwischen an der Landarzt- sowie an der Zahnarztpraxis. Der Schweinemastbetrieb im Ort verfügt nicht über eine Biogasanlage zur Verwertung der Gülle. Öffentliche Ladesäulen fehlen noch (die Tankstelle hatte einmal eine E-Ladestelle). Ob eine Freiflächen-PV-Anlage im Autobahnbereich geplant ist, ist nicht bekannt.

2.3. Stand der Erneuerbaren Energien und Klimaschutz in Mecklenburg-Vorpommern

Mecklenburg-Vorpommern befasst sich bereits seit einigen Jahren mit dem Thema Klimaschutz und so wurde bereits 1997 das erste Klimaschutzkonzept des Landes verabschiedet. Parallel dazu wurde zur Umsetzung der darin vorgesehenen Aufgaben die Förderrichtlinie Klimaschutz erarbeitet, die seither als erfolgreiches Förderinstrument dient.

Mecklenburg-Vorpommern das erste Bundesland, das sich bereits heute rechnerisch zu 100 Prozent mit Strom aus Erneuerbaren Energien versorgen kann. Im Jahr 2017 wurden in Mecklenburg-Vorpommern etwa 71,9 % des erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energien gewonnen. Dies ist unter anderem ein Grund dafür, warum M-V im Vergleich zu anderen Bundesländern vergleichsweise niedrige CO₂-Emissionen aufweist. Im Jahr 2018 betragen diese 10,24 Mio. t CO₂¹ (EM MV, 2021). Im Vergleich dazu wies z.B. Baden-Württemberg mit 68,45 Mio. t CO₂ im Jahr 2016 die höchsten Emissionen im Ländervergleich auf (Länderarbeitskreis Energiebilanzen, 2019).

In Mecklenburg-Vorpommern wurden im Jahr 2016 durchschnittlich 6,3 t CO₂ pro Einwohner ausgestoßen (BMU, 2018). Im langjährigen Vergleich ist eine Reduzierung der Emissionen zu erkennen, da es im Jahr 1990 noch etwa 8,0 t CO₂ pro Einwohner waren. 2010 wurden bereits

¹ Bezogen auf den Endenergieverbrauch, Verursacherbilanz

nur noch 6,8 t CO₂ pro Kopf ausgestoßen. Allerdings sind Schwankungen unter anderem aufgrund von Witterungsverhältnissen oder Wirtschaftsentwicklungen stets möglich. Im Jahr 2000 wurden nämlich lediglich 5,8 t CO₂ pro Einwohner emittiert (Länderarbeitskreis Energiebilanzen, 2019).

3. Informationen zum geplanten Baugebiet

Der Bedarfs- und Potenzialermittlung liegt der Vorentwurf des B-Plans sowie der zur frühzeitigen Öffentlichkeitsbeteiligung von der Gemeinde Leezen veröffentlichte Bebauungsplan 15 „Wohnbebauung Groth Moor“ zugrunde. Diesem Plan wird die Anzahl und Art der Gebäude, Geschossigkeit und Grundstücksgröße entnommen.

Es wird davon ausgegangen, dass neben dem Wohnhaus auch Fläche für Terrasse (ggf. überdacht) und Carport genutzt wird. Diese sind bis 30 m² Fläche in Mecklenburg-Vorpommern genehmigungsfrei, weshalb dafür je 30 m² angesetzt werden. Für die Berechnung der Wohnfläche pro Person werden 4-Personenhaushalte angenommen.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Gebäude, Ausrichtung und Grundstücksfläche

Haus-typ	Anzahl	Gebäudefläche* [m ²]	WE/ Haus	Mögliche Geschosse	Ausrichtung	Grundstücksfläche [m ²]	mittlere Grundstücksfläche pro WE [m ² /WE]
EFH	15	120	1	1,5	O-W	718	718
EFH	10	120	1	1,5	S-N	644	644
EFH	7	120	1	1,5	NO-SW	675	675
DH	4	180	2	1,5	S-N	1.102	551
RH	6	240	4	2,5	O-W	1.033	258
Summe			64				

*vereinfachte Ableitung aus der Gebäudegrundfläche

Tabelle 2: Zusammenstellung der Gebäude, Wohnfläche und Netto-Grundstücksfläche

Haus-typ	Wohnfläche pro Person [WFL/P ¹]	Wohnfläche ² pro Wohneinheit [m ² /WE]	Summe Wohnfläche [m ²]	Grundstücksfläche netto ³ [m ²]
EFH	38	153	2.295	538
EFH	38	153	1.530	464
EFH	38	153	1.071	495
DH	36	144	1.152	802
RH	34	135	3.240	673
Summe			9.288	

¹ bei 4-Personenhaushalten; ² vereinfacht aus Gebäudefläche x Geschosse x 0,85 bzw. 0,9 für Wände; ³ Grundstücksfläche abzüglich Gebäudefläche und 30 m² Terrassenfläche sowie 30 m² Carportfläche, bei Reihenhäusern ohne Carportfläche



Abbildung 1: Ausschnitt aus dem städtebaulichen Vorentwurf



Nebenzeichnung 3

Prinzipskizze Geschossigkeit (Pkt. 1./2.3.):

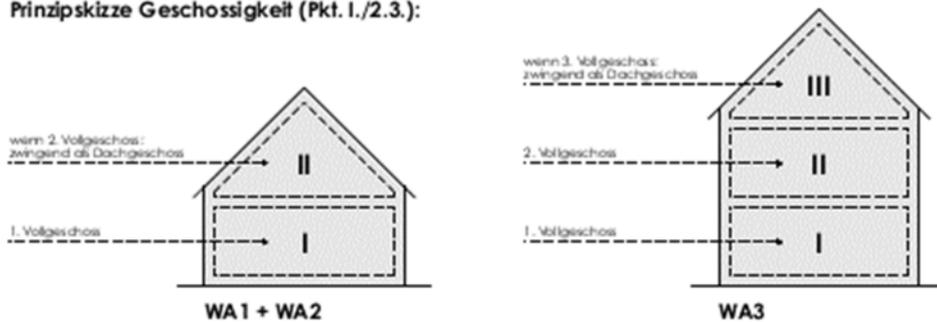


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Bebauungsplan 15 „Wohnbebauung Groth Moor“

Für die Energieverbrauchsberechnung wird vom Durchschnittswert für Deutschland ausgegangen, welcher 2,68 Personen pro Wohneinheit beträgt (Stat. Bundesamt, 2019). 1-Personenhaushalte sind von der Betrachtung ausgenommen, da dies für das Wohngebiet und deren Wohnhäuser sehr untypisch wäre. Den Berechnungen liegt je nach Gebäudetyp eine pro-Kopf-Wohnfläche von 33 bis 38 m² zu Grunde. Die durchschnittliche pro-Kopf-Wohnfläche ist in Deutschland mittlerweile auf 45 m² angewachsen, was unter anderem auf den Anstieg von 1-Personenhaushalten zurückzuführen ist (DENA-Report, 2016).

4. Bedarfsermittlung

4.1. Strombedarf

Der durchschnittliche Strombedarf in Deutschland beträgt pro Person laut Stromspiegel (2012) 1.300 Kilowattstunden (kWh) im Jahr. Der Verbrauch hängt von der Ausstattung, dem Alter der Geräte, der Wohnsituation und der Anzahl der Bewohner einer Wohneinheit ab. Die folgende Abbildung 3 stellt die individuellen Stromverbräuche verschiedener Bereiche im Haushalt dar.

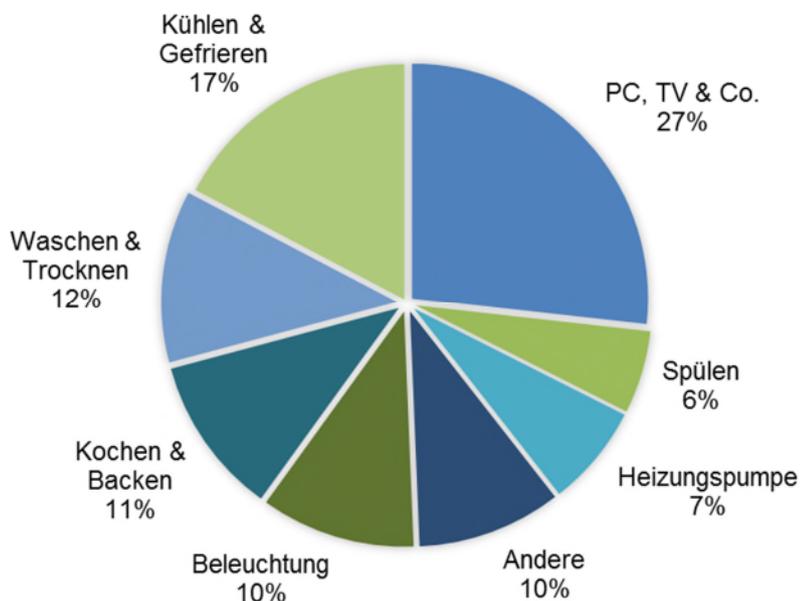


Abbildung 3: Verteilung des Stromverbrauchs in privaten Haushalten (EA NRW, 2018)

Im neuen Wohngebiet kann von neuen, energieeffizienten Geräten in den Haushalten ausgegangen werden. Analog zum Wärmebedarf wird der Stromverbrauch pro Wohneinheit bei 2,67 und 4 Bewohnern berechnet. Es wird nicht zwischen Wohneinheiten im EZFH und Reihenhaus unterschieden.

Tabelle 3: Jahresstromverbräuche im Wohnbaugebiet

Personen pro Wohneinheit (WE)	Stromverbrauch [kWh pro WE a]		Stromverbrauch ges. [kWh/a]	
	2,67	4	2,67	4
Ohne elektrische WW-Erwärmung oder Wärmepumpe oder E-Mobil	2.900	3.600	185.600	230.400
Mit elektrischer WW-Erwärmung, ohne Wärmepumpe oder E-Mobil	3.475	4.670	222.400	298.897
Mit Wärmepumpe ohne E-Mobil:	4.287	5.154	274.366	329.869
Mit Wärmepumpe und mit E-Mobil	8.247	9.114	527.806	583.309

Aus den Betrachtungen ergibt sich eine Spannweite des **Stromverbrauchs** im Wohngebiet von **185.600 bis 583.309 kWh/a.**

4.2. Wärmebedarf

Für die Berechnung des Wärmebedarfs wird die Raumwärme sowie der Bedarf zur Trinkwassererwärmung betrachtet.

Für den Wärmebedarf wird der maximal zulässige Wert des GEG 2020 für private Neubauten herangezogen, welcher maximal 75 % des Verbrauchs des jeweiligen Referenzgebäudes beträgt (Primärenergieverbrauch inkl. Raumwärme, Warmwasserbereitung, Kühlung, Lüftung). Üblich im Neubau sind KfW 70, 55, 40 Standards, die eine attraktive Förderung ermöglichen. Aber auch Passivhäuser oder Niedrigenergiehäuser werden gebaut. Der Primärenergieverbrauch wird durch Primärenergiefaktoren angepasst, die wiederum vom Energieträger anhängen. Für die folgenden Berechnungen wird diese Anpassung aber nicht vorgenommen. Es wird der Heizenergiebedarf für die Raumwärme sowie der Bedarf für die Trinkwassererwärmung berechnet.

Für die Abschätzung wird folgendes Szenario zu Grunde gelegt:

- 30 % der Wohneinheiten entsprechen KfW 70 mit 45 kWh/m² a
- 45 % der Wohneinheiten entsprechen KfW 55 mit 35 kWh/m² a
- 20 % der Wohneinheiten entsprechen KfW 40 mit 25 kWh/m² a
- 5 % der Wohneinheiten entsprechen Passiv- oder Energie+ Standard mit 15 kWh/m²

Der mittlere Heizbedarf für Raumwärme beträgt damit 35 kWh/m² a. Eine Unterscheidung in EZFH oder Reihenhaus wird nicht vorgenommen. Insgesamt erreicht der Raumwärmebedarf im Wohngebiet 325.924 kWh/a (Tabelle 4). Der Wärmebedarf für die Trinkwassererwärmung (TWW) hängt von der angenommenen Anzahl von Personen pro Haushalt ab und reicht von 90.739 bis 135.488 kWh pro Jahr bzw. 1.418 bis 2.117 kWh pro Wohneinheit und Jahr (9,8 bis 14,6 kWh/m² a) (Tabelle 5).

Tabelle 4: Berechnung des Raumwärmebedarfs

	Spez. Wärmebedarf [kWh/m ² a]	Wohnfläche [m ²]	Wärmebedarf [kWh/a]
KfW 70	45	2.786	125.388
KfW 55	35	4.180	146.286
KfW 40	25	1.858	47.284
Niedrigenergie	15	464	6.966
Summe		9.288	325.924

Tabelle 5: Berechnung des Wärmebedarfs zur Trinkwassererwärmung

mittlere Bewohner pro WE	Anzahl WE	Anzahl EW	Energiebedarf* [kWh/EW a]	Energiebedarf [kWh/a]
2,68	64	171	529,25	90.739
4,00	64	256	529,25	135.488

* bei 1,45 kWh/ Person am Tag, 60°C im Speicher und 25 l/d

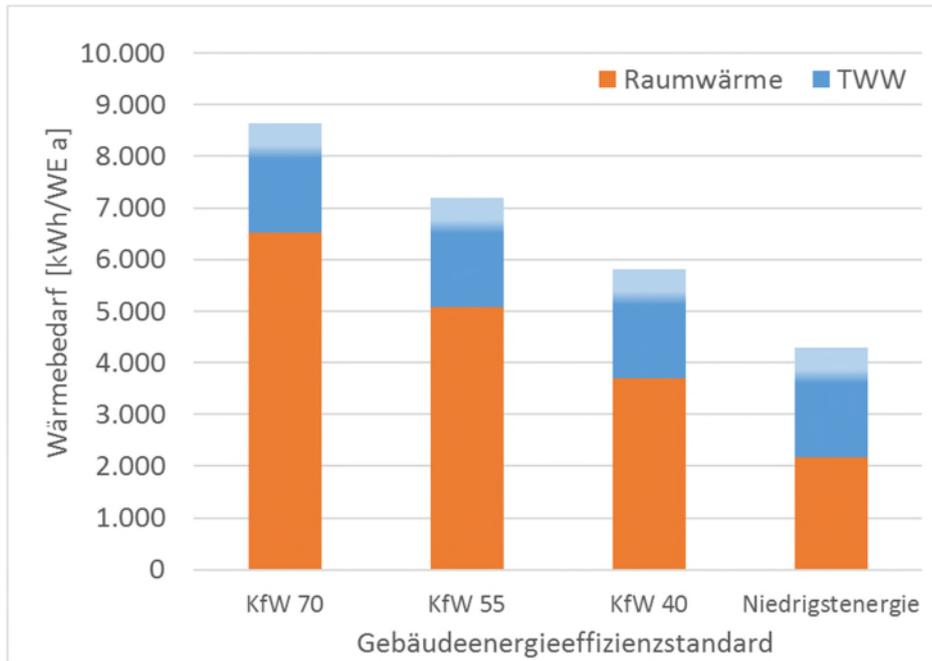


Abbildung 4: Wärmebedarf der verschiedenen Gebäudekategorien des Szenarios (TWW anhängig von Personen im Haushalt, hier 2,6 bis 4 Personenhaushalte)

Der mittlere Wärmebedarf (Raumwärme + TWW) pro Wohneinheit beträgt im Baugebiet 45 bis 50 kWh/m² a bzw. 6.510 bis 7.210 kWh/a. Bei Niedrigstenergiehäusern kann der Anteil am Wärmebedarf für die Trinkwassererwärmung mehr als die Hälfte des Gesamtwärmebedarfs ausmachen (Abbildung 4).

Für das Wohngebiet ergibt sich ein
Wärmebedarf von 416.663 bis 461.412 kWh pro Jahr.

Aus den beschriebenen Annahmen (2,8 ha, 820 m Netzlänge) resultiert eine Wärmebedarfsdichte in Höhe von 147 bis 163 MWh/ha bzw. 508 bis 563 kWh/m. Diese **Wärmebedarfsdichte ist sehr gering**, wodurch sich konventionelle Wärmenetze (mit hohem Temperaturniveau) i.d.R. nicht wirtschaftlich darstellen lassen. Hinzu kommt, dass Neubauten i.d.R. über Flächenheizungen verfügen, die niedrige Vorlauftemperaturen erfordern.

4.3. Abschätzung Bedarf für Elektromobilität

Es davon auszugehen, dass der Anteil an E-Mobilität insbesondere dort rasant zunehmen wird, wo die Möglichkeit des Ladens auf/am eigenen Grundstück und der Nutzung von selbst erzeugtem Strom besteht. Dies ist im geplanten Wohngebiet gegeben. Es wird eine Kalkulation für das Szenario durchgeführt, bei dem je Wohneinheit ein mittelgroßes E-Fahrzeug betrieben wird. Da die Reichweite moderner E-Fahrzeuge ständig steigt, wird eine jährliche Fahrleistung von 20.000 km angesetzt. Bei einem mittleren Verbrauch von 18 kWh/100 km und Ladeverlusten von 10 % ergibt sich ein jährlicher Stromverbrauch je Wohneinheit von 3.960 kWh und für das Wohngebiet von 253.440 kWh.

Tabelle 6: Berechnung des Strombedarfs für E-Mobilität

Gefahrene km pro Jahr	Verbrauch [kWh/100km]	Strombedarf [kWh/a]	Ladeverluste [kWh/a]	Gesamtverbrauch pro WE [kWh/a]	Insgesamt im Wohngebiet [kWh/a]
20.000	18	3.600	360	3.960	253.440

Da ein hoher Anteil diese Fahrzeuge für den Arbeitsweg genutzt wird, ist von einem Laden in der Nacht bzw. ab dem späten Nachmittag auszugehen.

Es gibt Wallboxen für einphasigen oder für dreiphasigen Anschluss. Einphasig kann mit bis zu 4,6 kW Leistung geladen werden (max. 20 A). Dreiphasige Versionen weisen eine maximale Ladeleistung von 11 kW (3x16 A) bis zu 22 kW (3x32 A) auf. Im Privathaushalt sind 11 kW Stationen/Wallboxen üblich. Da jede Wohneinheit über einen eigenen Stellplatz in Gebäudenähe verfügt, ist die Einrichtung öffentlicher Ladestellen im Wohngebiet nicht notwendig. Entsprechend nach Anzahl und Leistung ergibt sich der notwendige Bedarf (Tabelle 7).

Die Einrichtung an gut zugänglichen öffentlichen Parkplätzen wie an den zwei Discountern oder den Getränkemärkten oder an der Tankstelle sollte bei der Gemeinde bzw. den betreffenden Akteuren angeregt werden. Ggf. ließen sich Synergien bei der Erschließung des Baugebietes nutzen. Bei öffentlichen Ladesäulen ist es sinnvoll mindestens 22 kW besser 50 kW Ladesäulen zu installieren, um die Ladezeiten zu verkürzen und am Tag mehrere Fahrzeuge laden zu können.

Tabelle 7: Ladezeiten an verschiedenen Wallboxtypen für einen 40-kWh-Akku (ADAC²)

Anschluss	Leistung [kW]	Ladedauer (ca.) [h]	Anzahl Ladepunkte	Summe Leistung [kW]
230 V, 16 A	3,7	11	64	236,8
230 V, 20 A	4,6	9	64	294,4
400 V, 3x16 A	11	3,5	64	704,0

Würden alle Fahrzeuge gleichzeitig mit einer 11 kW geladen, ergäbe sich eine nötige Leistung von ca. 700 kW. Dies ist nicht zu erwarten, eine Lastspitze am Abend bzw. spätem Nachmittag ist dennoch möglich. Lastmindernd wirken sich dezentrale Batteriespeicher in den Haushalten und in Zukunft möglicherweise eine Lenkungswirkung zeitabhängiger Stromtarife aus. Ein Teil der Fahrzeuge wird auch über Tage geladen werden (Homeoffice, Zweitwagen von nicht werk-tätigen Bewohnern u.ä.), wozu PV-Strom direkt genutzt werden kann. Die mögliche PV-Anlagen-größe (5 bis 10 kWp pro WE) wird aber nicht ausreichen, um den Leistungsbedarf der E-Fahrzeugbeladung abzudecken.

Bis zu 700 kW E-Fahrzeug-Ladeleistung im Wohngebiet

5. Potenzialermittlung

Zur Erzeugung von Solarenergie stehen nur die Dachflächen zur Verfügung, da PV-Anlagen an Fassaden sowie aufgeständerte oder überkragende PV-Anlagen laut B-Plan nach aktuel-lem Stand unzulässig sind. Die Dachneigung darf 20 bis 52° bei Dachnebenflächen 20 bis 70° betragen. Flachdächer sind dauerhaft zu begrünen. Für die Abschätzung wird eine Dachnei-gung von 40° angenommen und nach Süden bzw. Ost-West ausgerichtete Dachflächen be-trachtet.

² <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeuge/elektromobilitaet/laden/elektroauto-laden-wallbox-faq/>



Abbildung 5: Nach Süden bzw. Süd-Ost, Süd-West, Ost ausgerichtete Dächer im Wohnge-

5.1. PV-Strom

Zur Ermittlung des PV-Stromerzeugungspotenzials wurde das Programm Sunny-Design genutzt. Bei einer Belegung der südlich bzw. westlich ausgerichteten Dächer (50 % der Dachfläche) wäre auf einem EFH mit 12 m x 10 m Grundfläche eine PV-Anlage mit 12 kWp möglich. Einschränkungen wie Fenster, Schornsteine, Gauben oder Verschattung wurden mit 20 % berücksichtigt. Je nach Dachausrichtung liegt der spezifische PV-Ertrag zwischen 720 und 1.008 kWh/kWp. Eine Hochrechnung ist Tabelle 8 zu entnehmen. Insgesamt könnten auf den Dächern **knapp 652 kWp** installiert werden, womit pro Jahr 448.848 kWh Stromerzeugung möglich wäre. Damit ist das theoretische Potenzial allerdings noch nicht ausgeschöpft. Insbesondere Dächer die eine Ost-west-Ausrichtung aufweisen, sind für eine ganzflächige Belegung geeignet. Die Eigenverbrauchsquote eines 4-Personenhaushaltes (2 Berufstätige + 2 Kinder, 3.600 kWh/a) liegt zwischen 12 und 20 %, wenn kein Batteriespeicher verwendet wird und kein E-PKW oder Wärmepumpe vorhanden sind. In Verbindung mit einem großen Batteriespeicher sind sehr viel höhere Eigenverbrauchsquoten möglich. Die Netzeinspeisung des Überschussstroms beträgt bei 20 % Eigenverbrauch bei 359.078 kWh/a. Wären alle Dachflächen der EZFH nach Süden ausgerichtet, betrüge die Netzeinspeisung ca. 370.115 kWh. Je nach Einschränkungen oder verbesserten effizienteren Modulen sind erhebliche Ertragsabweichungen nach unten oder oben möglich.

Tabelle 8: Berechnung des PV-Erzeugungspotenzials und der möglichen Netzeinspeisung

Haus- typ	Ausrich- tung	Spezif. Ertrag [kWh/kWp]	Anzahl Gebäude	Leistung [kWp/Gebäude bzw. insges.]		Strom- ertrag [kWh/a]
EFH	W (81°)	824	4	9,6	38,4	31.642
EFH	S (-9°)	1.008	20	9,6	19,2	193.536
EFH	SO (-70°)	875	5	9,6	48,0	42.000
EFH	SW (16°)	996	3	9,6	27,9	28.685
DH	S (-9°)	1.008	4	14,4	57,6	58.061
RH	W (81°)	824	6	19,2	460,8	94.925
Summe PV-Stromerzeugung					651,9	448.848

Die mögliche Solarstromerzeugung beträgt bei ca. 50 % Dachbelegung knapp
450.000 kWh pro Jahr.

**Damit könnte der Strombedarf des Wohngebietes
bilanziell gedeckt werden!**

Sogar wenn der Bedarf der E-Mobilität (je WE 20.000 km) berücksichtigt wird, könnte die
solare Deckung bilanziell 77 % betragen.

Vorgaben wie „Dächer ohne Gauben“ erleichtern die Ausschöpfung des Solarpotenzials.

Für diesen hohen solaren Deckungsgrad ist allerdings eine 50 %ige Dachbelegung mit PV-Modulen notwendig. Durch die hohen Strompreise werden Hausbesitzer auf lange Sicht in große PV-Anlagen mit Batteriespeicher investieren. Es bleibt aber eine zusätzliche Investition, die bei steigenden, hohen Baukosten möglicherweise zurückgestellt wird. Anreize wie z.B. Nachlässe auf den Grundstückskaufpreis könnten dazu beitragen, das PV-Strompotenzial möglichst zügig zu erschließen.

5.2. Solarthermie

Zwischen der Dachnutzung für PV-Stromerzeugung und der Wärmeerzeugung mittels Solarthermie besteht eine direkte Flächenkonkurrenz. Es sind zwar Module verfügbar, die eine kombinierte Erzeugung von Strom und Wärme ermöglichen, diese sind aber noch sehr teuer. Um bei dieser Lösung den gewünschten Kühlungseffekt für die PV-Module zu erreichen, müsste mehr Wärme abgeführt werden, als im Gebäude benötigt wird (v.a. im Sommer). Die Verluste von Solarthermie-Anlagen liegen bei rund 50 %, so dass der gesamte Ertrag pro Jahr bei

durchschnittlich 450 bis 600 kWh pro Quadratmeter Kollektorfläche liegt. Eine komplette Deckung des Wärmebedarfs ist durch Solarthermie i.d.R. nicht möglich. Durch eine Kollektorfläche von 9,1 m² (EFH), 18,2 m² (RH) bzw. 36,4 m² lässt sich eine solare Deckung des Wärmebedarfs von 32 bis 36 % erreichen (Wärmebedarf: 417 bis 461 MWh/a). Eine höhere solare Deckung wäre mit einer größeren Kollektorfläche möglich, aber nicht wirtschaftlich sinnvoll. In den Sommermonaten würde zudem ein erheblicher Wärmeüberschuss entstehen. Im Wohngebiet könnten unter den beschriebenen Bedingungen pro Jahr knapp **150.000 kWh Wärme** durch eine Solarthermie erzeugt werden.

Tabelle 9: Berechnung der Deckung des Wärmebedarfs durch Solarthermie

Haus- typ	Ausrich- tung	Spezif. Wärme- Ertrag [kWh/m ²]	Kollek- torflä- che* [m ² /Ge- bäude]	Solare Deckung pro Ge- bäude [kWh/a]	Wärmebe- darf pro Gebäude [kWh/a]	Solare De- ckung im Wohngebiet [kWh/a]
EFH	W (81°)	371	9,1	1.715	4.282	6.861
EFH	S (-9°)	454	9,1	2.098	4.282	41.964
EFH	SO (-70°)	394	9,1	1.821	4.282	9.107
EFH	SW (16°)	448	9,1	2.073	4.282	6.220
DH	S (-9°)	454	18,2	4.196	8.564	16.786
RH	W (81°)	371	36,4	11.435	28.547	68.608
					Summe	149.544

* bei 11,4 % (EZFH) bzw. 19,0 % (RH) der Gebäudegrundfläche

Nicht oder kaum in Konkurrenz zu PV-Anlagen stehen vertikale Solarthermieanlagen z.B. an Fassaden. Diese haben insbesondere im Winter bei niedrigen Sonnenständen Vorteile gegenüber Dachanlagen. Um dieses Potenzial erschließen zu können, sollten im Bebauungsplan keine Einschränkungen hinsichtlich Fassaden oder Balkonsolaranlagen formuliert werden.

Solare Deckung des Wärmebedarfs von 32 bis 36 % durch Dachsolarthermieanlagen ist möglich, aber in Flächenkonkurrenz zu PV-Anlagen. Vertikale Solaranlagen z.B. an **Fassaden zu erlauben** (bzw. nicht zu verbieten), **fördert die Erschließung des Solarpotenzials!**

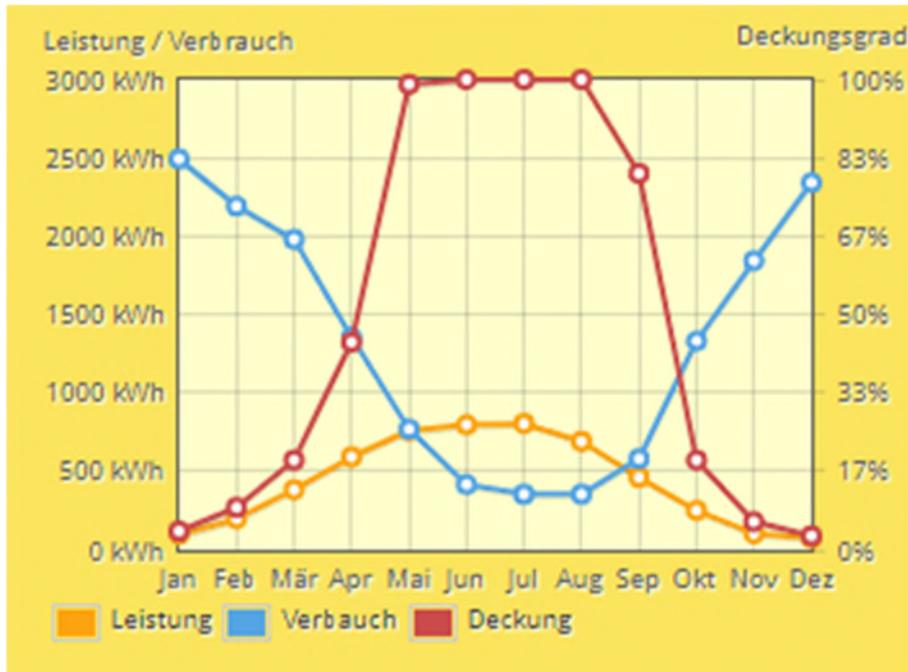


Abbildung 6: Wärmeleistung sowie solarer Deckungsgrad einer Solarthermieanlage (EFH)³

5.3. Oberflächennahe Geothermie/Erdwärme/Umweltwärme

Potenzial zur Erschließung von Geothermie ist in Leezen vorhanden. Laut Machbarkeitsstudie „Nutzung Erneuerbarer Energien Gemeinde Leezen“ (2016) bestehen für das neue Wohngebiet keine Einschränkungen hinsichtlich des Gewässerschutzes. Die Nutzung oberflächennaher Erdwärme über Erdkollektoren und Wärmepumpe ist in jedem Fall möglich. Die Grundwasserzone II/III besteht aktuell außerhalb des geplanten Wohngebietes (Abbildung 8). Aufgrund der Ausweitung der Schutzzone auf die Fläche des neuen Wohngebietes, wird die Nutzung des Wärmepotenzials von Trinkwassers mittels Entnahme- und Schluckbrunnen nicht betrachtet. Auf konkrete Nachfrage beim zuständigen Amt wurde bestätigt, dass **tiefe Bohrungen und Sonden nicht erlaubt** sind, **oberflächennahe Geothermie** aber **möglich** ist (Anhang Abbildung A 7 und Abbildung A 8). Theoretisch wäre auch der Schweriner See eine gute Wärmequelle für Wärmepumpe. Die Entfernung (Leitungslänge, Querung von Grundstücken), der Höhenunterschied (hohe Pumpleistung) und der geringe Vorteil gegenüber einem Erdkollektor sprechen allerdings dagegen. Aus diesen Gründen wird diese Variante hier nicht weiter betrachtet.

³ Solarthermierechner: <https://www.gpm-webgis-10.de/geoapp/templates/solarthermie/solarthermierechner.php?project=neusitz&globalstrahlung=>

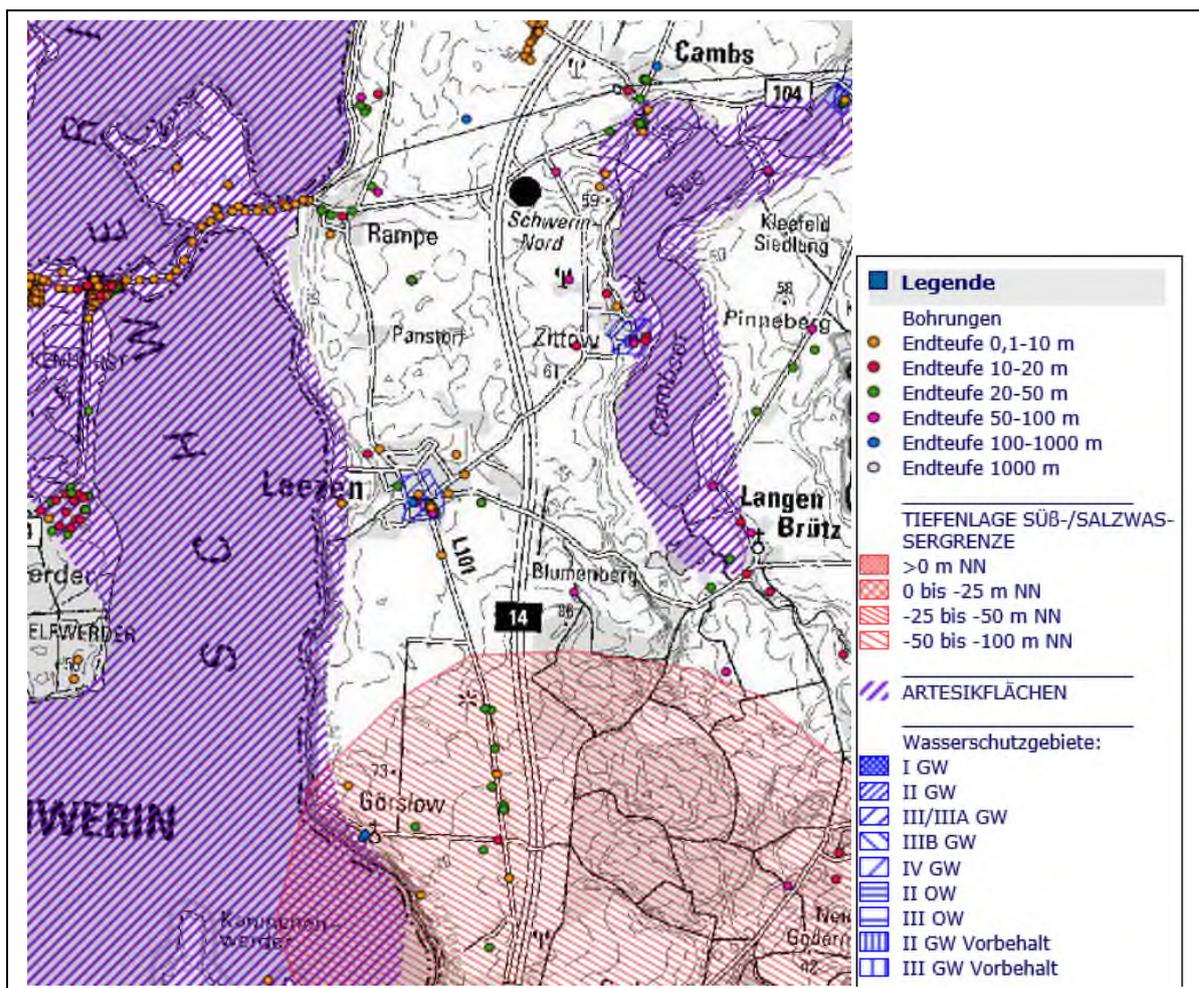


Abbildung 7: Übersicht Gewässerschutz Gemeinde Leezen (Trinkwasserschutzzonen),
Quelle: Machbarkeitsstudie Gemeinde Leezen 2016



Abbildung 8: Wasserschutzgebiete in Leezen (Auszug aus GAIA am 9.3.2022)

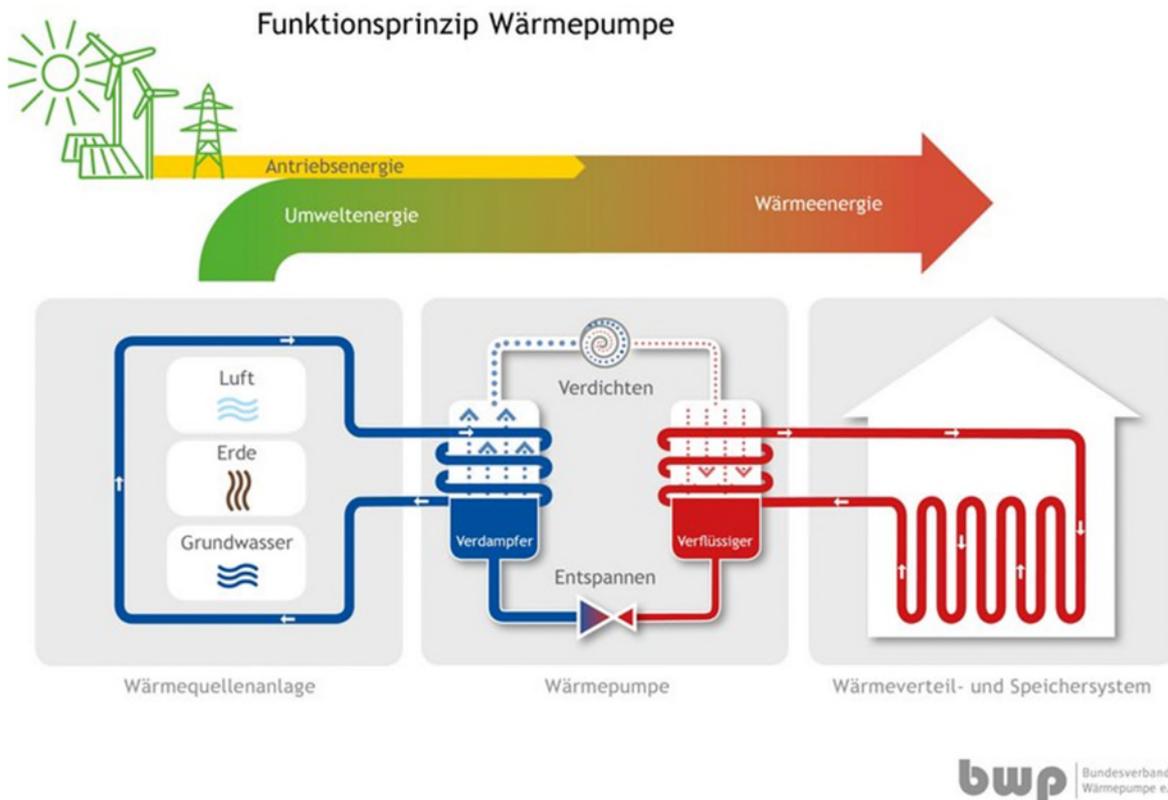


Abbildung 9: Funktionsprinzip Wärmepumpe (bwp⁴)



Abbildung 10: Systeme zur Erdwärmenutzung (Popp 2021)⁵

⁴ <https://www.waermepumpe.de/waermepumpe/funktion-waermequellen/>

⁵ Thomas Popp: Wärmepumpen im Bestand - besser als ihr Ruf?!, Vortrag im Rahmen der C.A.R.M.E.N. e.V.-Webkonferenz am 02.12.2021)

Die Ausführung von Erdkollektoren ist flächig, als Sonde oder in Gräben möglich. Die Überdeckung von 1,5 m sorgt für eine Nutzbarkeit der Grundstücksfläche. Großwachsende oder tiefwurzelnde Vegetation sollte im Abstand zur Kollektorfläche angeordnet werden. Die Oberfläche sollte auch nicht überbaut oder versiegelt werden, um eine Regeneration (über den Wärmeeintrag des Niederschlagswassers) nicht zu behindern. Die verfügbare Fläche (netto Grundstücksfläche) ergibt sich demzufolge aus der Grundstücksfläche abzüglich der Hausfläche (Annahme EFH 12 m x 10 m), der Terrassen und Carport/Garagenfläche (Annahme je 30 m²).

Der Flächenbedarf eines Erdkollektors beträgt ca. das doppelte der Wohnfläche. Für die angenommene EFH-Größe beträgt der Flächenbedarf beispielsweise 360 m², wodurch 67 bis 78 % der netto Grundstücksfläche beansprucht werden würde. Die Übersicht in zeigt, dass die Grundstücksfläche der Einfamilienhäuser und der Doppelhäuser knapp möglich wäre. Die Grundstücksgröße der Reihenhäuser würde dagegen nicht ausreichen. Möglicherweise wäre eine Verlegung in Gräben möglich, bei denen mehrere Kollektorflächen übereinander angeordnet werden.

Tabelle 10: Abschätzung des Flächenbedarfs für Erdwärmekollektoren

Gebäudetyp	Grundstücksfläche netto [m ²]	Flächenbedarf Erdkollektor [m ²]	Anteil an netto Grundstücksfläche [%]
EFH	538	360	67
EFH	464	360	78
EFH	495	360	73
DH	802	540	67
RH	673	1200	178

Eine weitere Möglichkeit ist die Nutzung von Umweltwärme mittels **Luftwärmepumpe**. Tabelle 11 vergleicht den Stromverbrauch einer Luftwärme und Erdwärmepumpe. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) beträgt bei Erdwärmepumpen >4, wodurch der Stromverbrauch um 427 bzw. 380 kWh/a geringer ausfällt. Nachteile sind die höheren Investitionskosten und die Nutzungseinschränkungen der Gartenfläche. Der Berechnung wird ein eher konservativer Ansatz mit einer JAZ von 3 bzw. 4 für die Heizung zugrunde gelegt.

Das Potenzial an Erd- bzw. Umweltwärme entspricht dem des Wärmebedarfs. Die notwendige Strommenge hängt von der Technologie ab. Inwieweit das Erdwärmepotenzial wirklich er-

schließbar ist, wenn sich alle Hausbesitzer für oberflächennahe Geothermie entscheiden würden, kann hier aber nicht abschließend beurteilt werden. Da der Flächenbedarf sehr hoch ist, ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich Hausbesitzer für diese Möglichkeit entscheiden, sehr gering.

Tabelle 11: Vergleich Stromverbrauch Erdwärme- und Luftwärmepumpe

	Heizwärmebedarf [kWh/a]	JAZ H	Stromverbrauch Heizung [kWh/a]	Wärme WW [kWh/a]	JAZ WW	Stromverbrauch WW [kWh/a]	Summe Stromverbrauch [kWh/a]
Annahme Wärmebedarf 5.000 kWh/a							
Luftwärmepumpe	4.000	3,0	1.333	1.000	2,8	357	1.690
Erdwärmepumpe	4.000	4,0	1.000	1.000	3,8	263	1.263
						Mittel	1.477
Annahme Wärmebedarf 4.500 kWh/a							
Luftwärmepumpe	3.925	3,0	1.308	575	2,8	205	1.514
Erdwärmepumpe	3.925	4,0	981	575	3,8	151	1.133
						Mittel	1.323

Umsetzbares **Potenzial** für individuelle (dezentrale) **Erdwärmepumpen** im Wohngebiet ist **gering**, für **Luftwärmepumpen sehr hoch**.

Die benachbarte Ackerfläche bietet aber ein **sehr großes Potenzial** für einen **zentralen Erdwärmekollektor**.

Wärmepumpen und besonders Luftwärmepumpen konnten in den letzten Jahren starke Effizienzverbesserungen realisieren, so dass Hersteller nur geringe Vorteile für Erdwärmepumpen sehen. Laut Herstellerangaben (z.B. Beglau) beträgt die Jahresarbeitszahl 4,0 für Luftwärmepumpen und 4,5 für Erdwärmepumpen, wenn Flächenheizungen mit niedriger Vorlauftemperatur verwendet werden. Ein großer Nachteil von Luftwärmepumpen sind die Schallemissionen, die bei dichter Bebauung ein Problem darstellen können. Nicht zu vernachlässigen ist auch die Optik. Beides lässt sich durch Einhausungen und umsichtige Ausrichtung und Abstände aber lösen.

6. Nachhaltigkeitszertifikat DGNB

Um die Frage beantworten zu können, was in Leezen umgesetzt werden müsste, um das Zertifikat zu erlangen, wurde im ersten Schritt grundsätzliche Informationen zum Zertifikat recherchiert und die Bewertungskriterien gesichtet. Im zweiten Schritt wurde Kontakt zur niedersächsischen Landgesellschaft aufgenommen (Dörte Meyer, Geschäftsstellenleiterin Oldenburg). In einem ausführlichen Gespräch wurde über Erfahrungen und Vorgehensweise zum Wohngebiet Augustfehn – Hengstforde gesprochen, welches das DGNB-Zertifikat in Gold erworben hat. Frau Meyer hat darüber hinaus auch eine Präsentation zum Wohngebiet und eine Leistungsbeschreibung zur Vergabe einer Konzession für die Planung, Errichtung und den Betrieb eines Nahwärmenetzes inklusive Wärmeenergieerzeugung und -versorgung von Letztverbrauchern im Neubaugebiet „Hengstforde und Augustfehn I nördlich der Bahn“ Gemeinde Apen zur Verfügung gestellt.

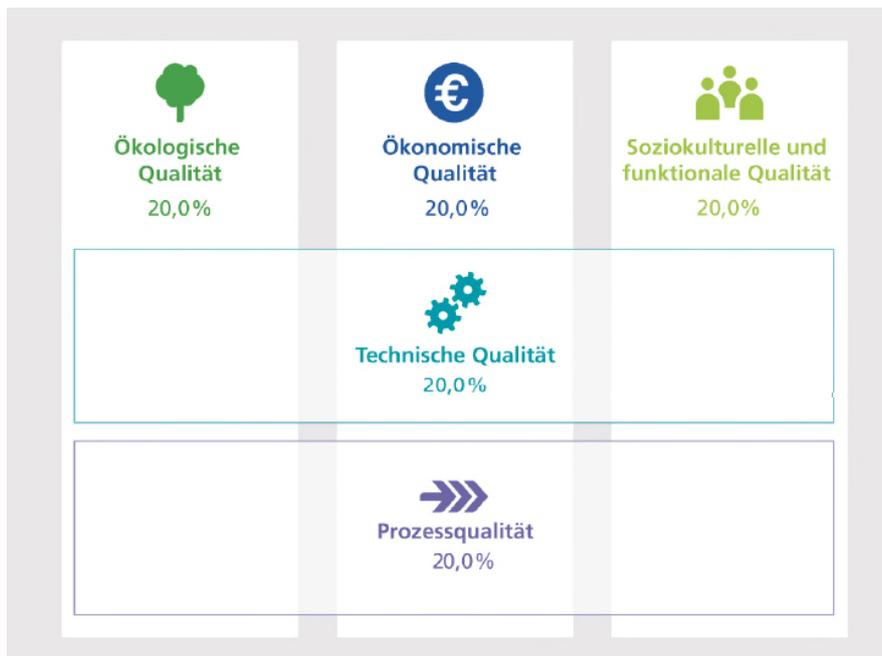


Abbildung 11: Die fünf Themenfelder der DGNB-Zertifizierung

Zum DGNB-Zertifizierungssystem: „Das DGNB System bewertet keine einzelnen Maßnahmen, sondern die Gesamtpformance eines Quartiers anhand von Kriterien. Für Quartiere werden insgesamt 31 Kriterien berücksichtigt, wobei nicht jedes Kriterium für jede Nutzung relevant ist. Sie sind in fünf Themenfelder aufgeteilt. Diese fließen gleichgewichtet in die Bewertung mit ein. Damit ist das DGNB System das einzige, das dem wirtschaftlichen Aspekt des nachhaltigen Bauens ebenso große Bedeutung zumisst wie dem ökologischen.“ (DGNB⁶)

⁶ <https://www.dgnb.de/de/themen/nachhaltiges-bauen/index.php>

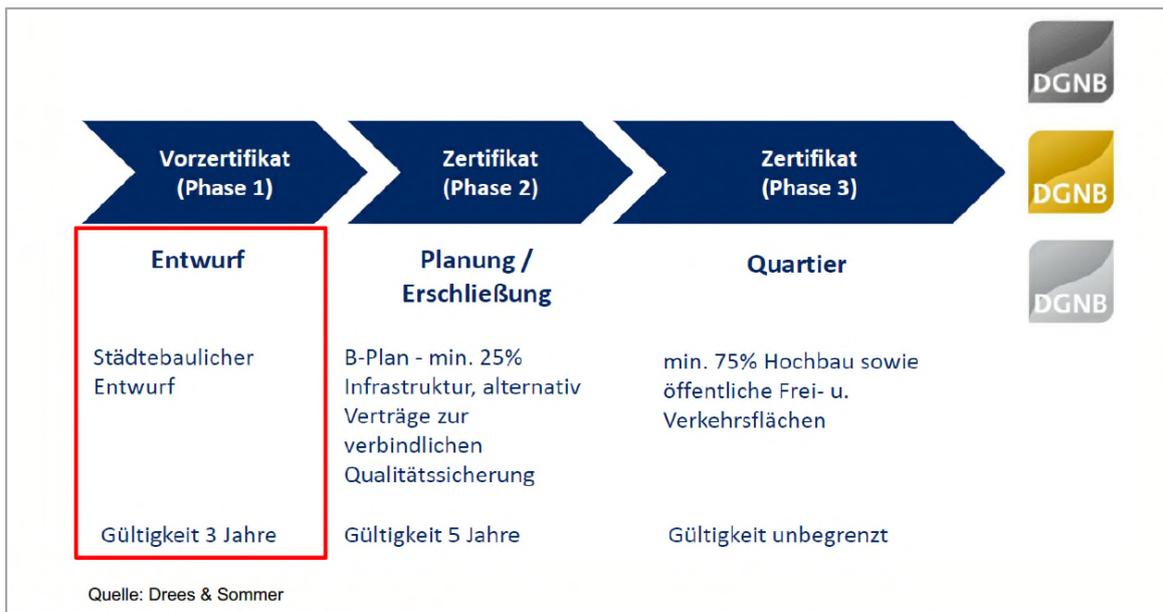


Abbildung 12: DGNB Zertifizierungsprozess in bis zu drei Stufen

In Apen wurde Phase 1 (Städtebaulicher Entwurf) mit dem Prädikat „Gold“ zertifiziert. Es wurde sehr viel Wert auf eine frühzeitige Öffentlichkeitsbeteiligung gelegt, um ein „Baugebiet der Zukunft“ zu entwickeln. Es handelt sich um eine 30 ha große Fläche im Ortsteil Augustfehn mit ca. 300 Baugrundstücken (Grundflächenzahl 0,3 bis 0,4). Die Umgebung ist als ländlich zu charakterisieren. Der erste Bauabschnitt umfasst 70 Grundstücke. Die Wärmeversorgung soll über ein Wärmenetz mit Anschlusszwang erfolgen, welches mit einem Erdgas-BHKW versorgt wird. Für die Akzeptanz wird den Bauherren ein günstiges Angebot für die Wärmeübergabestation gemacht und über einen langen Zeitraum Wärme zu einem stabilen akzeptablen Preis angeboten. Das Grundstück, auf dem die Heizzentrale installiert wird, dient zudem als Informationsplattform zum Thema Erneuerbare Energien und Nachhaltigkeit.

Die DGNB-Zertifizierung ist aufgrund der Komplexität sehr aufwändig. Um die Kriterien (Abbildung A 2) erfüllen zu können, wurde ein externer Auditor beauftragt, der die Planungen sowie die Öffentlichkeitsarbeit begleitet und moderiert hat. Die Zertifizierung selbst hat ebenfalls vergleichsweise hohe Kosten verursacht. Die zusätzlichen Anstrengungen wurden aber als positiv und inspirierend gewertet, da dadurch neue Impulse in die Planung eingebracht und sichergestellt wurde, ein wirklich nachhaltiges „Baugebiet der Zukunft“ zu entwickeln.



Projektgröße (BBL in ha)	Nicht-Mitglieder der DGNB			
	bis 10	> 10 - 30	> 30 - 100	> 100 - 200***
Vorzertifikat, Zertifikat Erschließung oder Zertifikat* (Einzelpreis, jeweils)	12.800 €	17.600 €	22.500 €	28.500 €
Rabatt Paketpreis**	- 20 %	- 20 %	- 20 %	- 20 %

Abbildung 13: Zertifizierungsgebühren Quartiere (gültig ab 01.06.2020) (DGNB⁷)

DGBN: „Generell umfassen die Zertifizierungsgebühren die Abwicklung des gesamten Zertifizierungsprozesses von Seiten der DGNB. Hierzu zählen die beiden ersten Prüfungsrounden der Konformitätsprüfung für das jeweilige (Vor)zertifikat. Besteht der Auditor bzw. Bauherr auf darüberhinausgehende Prüfungen der Unterlagen, wird hierfür bis zu 10 Kriterien eine weitere Gebühr von 2.000 € netto von Seiten der DGNB in Rechnung gestellt. Für jedes weitere, zu prüfende Kriterium werden 500 € netto in Rechnung gestellt. Die Konformitätsprüfung kann erst erfolgen, wenn alle Zertifizierungsgebühren zuvor beglichen wurden.“

Im Fall von Augustfehn hat der Auditor und die Zertifizierung jeweils 20.000 € gekostet.

In Augustfehn beurteilte Kriterien:

- Ökologische Qualität:**
 - Gesamtprimärenergiebedarf
 - Erhalt / Schaffung von Landschaftsräumen
- Ökonomische Qualität:**
 - Flächeneffizienz
 - Wertstabilität
- Technische Qualität:**
 - Digitalisierung
 - Mobilität
- Soziokulturelle Qualität:**
 - Nachbarschaften
 - Durchmischung von Wohnformen
- Prozess Qualität:**
 - Qualitätssicherung
 - Partizipation

⁷ <https://www.dgnb-system.de/de/zertifizierung/zertifizierungskosten/index.php>

Ergebnis Zertifizierung

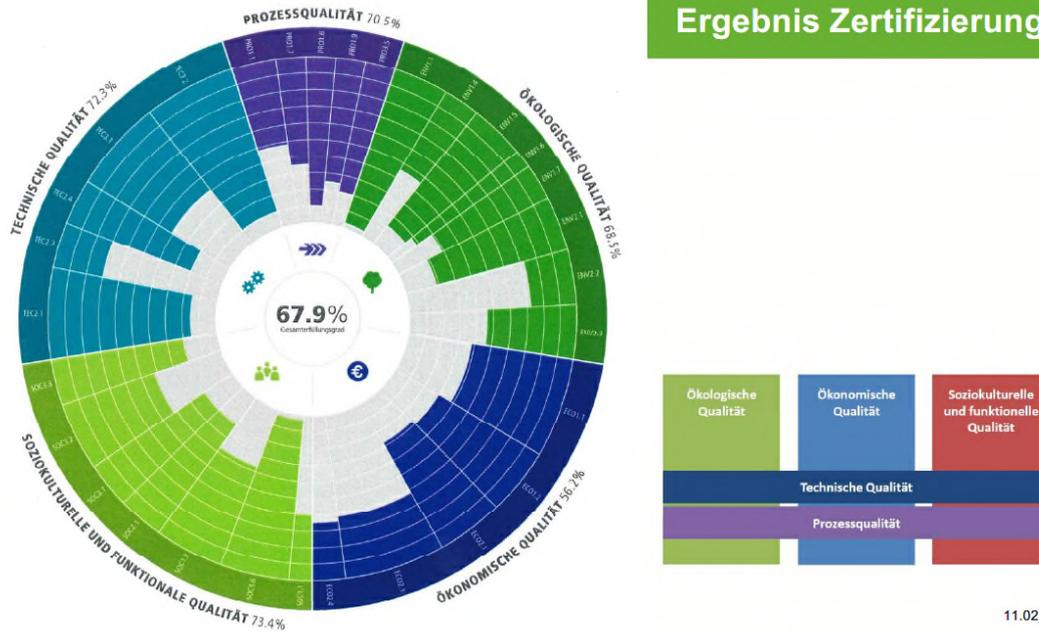


Abbildung 14: Ergebnis der Zertifizierung in Augustfehn (Meyer 2020)

Energiekonzept

Unsere Lösung für Ihr Quartier besteht aus einzelnen Bausteinen, die in Kombination eine ganzheitliche, innovative Lösung darstellen

EWE



Abbildung 15: Energiekonzept Wohngebiet Hengstförde/Augustfehn (Meyer 2020)

Die Erreichung des Zertifikats für das Wohngebiet Leezen wäre mit entsprechend großem Aufwand sicherlich möglich. Ob dieser Aufwand und die Kosten (mind. 26.000 €) den möglichen Nutzen rechtfertigen, kann allerdings angezweifelt werden. Die Kriterien zur Überprüfung der nachhaltigen Entwicklung des Baugebiets Leezen zu nutzen, bietet sich aber an.

7. Abwägungen zur dezentralen – zentralen Wärmeversorgung

Bei der geplanten Neubausiedlung könnte sich auch eine Quartierslösung für die zentrale Wärmebereitstellung anbieten. Allerdings ist zu beachten, dass Neubauten einen hohen Dämmstandard mit niedrigem Heizwärmebedarf und Temperaturniveau aufweisen. Die Auslegung einer zentralen Versorgungslösung kann mit einer integrierten Trinkwassererwärmung oder ohne erfolgen. Bei der Trinkwassererwärmung muss zur Hygienisierung ein Temperaturniveau von über 55°C gewährleistet werden. Es werden die Möglichkeiten eines konventionellen Nahwärmenetzes und eines kalten Nahwärmenetzes betrachtet. Diese Nahwärmenetzarten unterscheiden sich hinsichtlich des Temperaturniveaus aber auch hinsichtlich der möglichen Wärmeerzeuger und der technischen Lösung an der Wärmesenke (Abbildung 16).

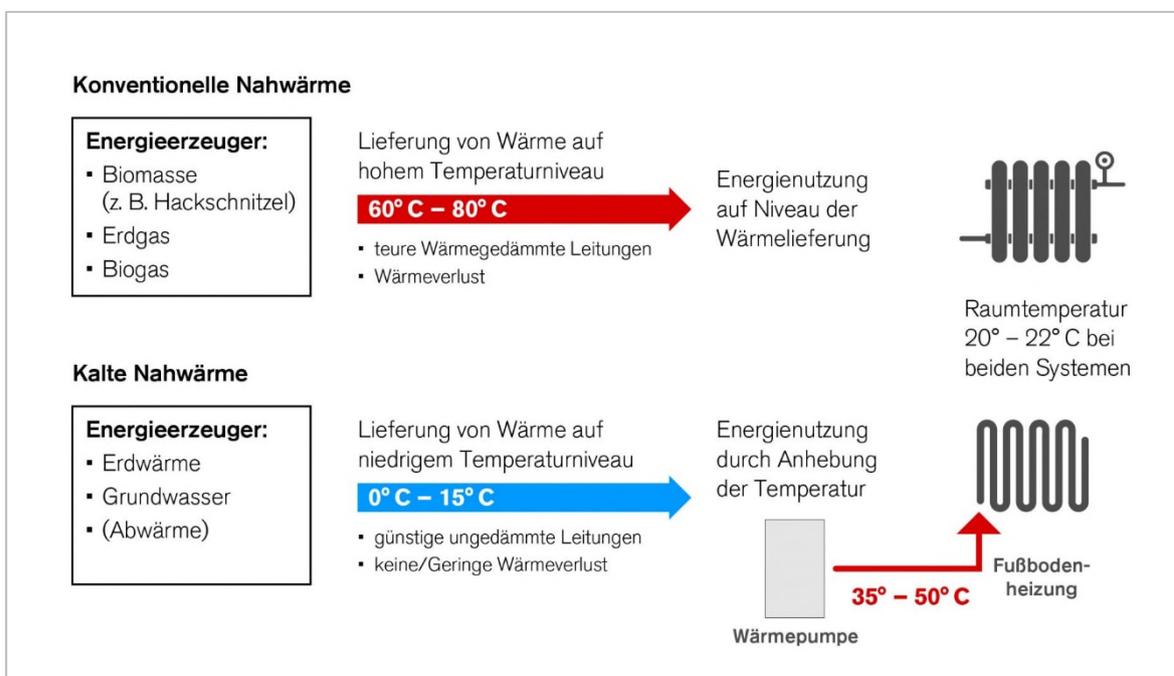


Abbildung 16: Vergleich konventionelles und kaltes Nahwärmenetz (Heizung Barthel⁸)

⁸ <https://heizung-barthel.lu/produkte/heizung/heizungsanlagen/kaltes-nah-waerme-netz/>

7.1. Konventionelles Nahwärmenetz

Die Netztemperaturen von **konventionellen** kommunalen Wärmenetzen werden mit 70 °C für den Vorlauf und mit 55 °C für den Rücklauf angesetzt. Eine zentrale Wärmeerezeugungseinheit mit Umwälzpumpen versorgt dabei das Wärmenetz. Pro Wohneinheit wird eine Übergabestation benötigt, die üblicherweise im Besitz des Energieversorgers ist.

Für das Wohngebiet wurde ein mittlerer **Wärmebedarf von 439.038 kWh** pro Jahr ermittelt. Die Wärmebedarfsdichte beträgt bei einer Netzlänge von 820 m 535 kWh/m. Ein Wärmenetz weist auch bei gut gedämmten Leitungen Wärmeverluste auf. Es wird ein konservativer Wert von 15 W/m Netzlänge angenommen. Bei 820 m ergibt sich ein Wärmeverlust von ca. 107.748 kWh/a. Der **Wärmebedarf** des Wohngebietes erhöht sich bei einer **zentralen** Lösung entsprechend auf **546.786 kWh/a**.

Je nach verwendetem Energieträger und Wirkungsgrad der Heizanlage ergeben sich unterschiedliche Energieträgerbedarfe (Primärenergiebedarf). Bei Holzhackschnitzel- bzw. Stroheizungen wird von einem Wirkungsgrad von 85 %, bei Pelletheizungen von 90 % ausgegangen. Er kann je nach verwendeter Technik auch höher sein. Der Wirkungsgrad von Erdgasbrennwertkesseln liegt durch die Wärmerückgewinnung aus dem Abgas bei nahezu 100 %. Der Energieträgerbedarf ist deshalb bei zentralen HHS bzw. Stroheizungen mit **643.278 kWh/a** am höchsten. Im Vergleich dazu benötigen die dezentralen Wärmepumpen durch die Nutzung der Umwelt/Erdwärme mit **115.758 kWh/a** am wenigsten (zusätzliche) Energie (in Form von Strom).

In einem konventionellen Wärmenetz werden <10 kW Übergabestationen benötigt, welche die Heizlast für die angenommenen energieeffizienten Gebäude bzw. Wohneinheiten abdecken (Abbildung 17).

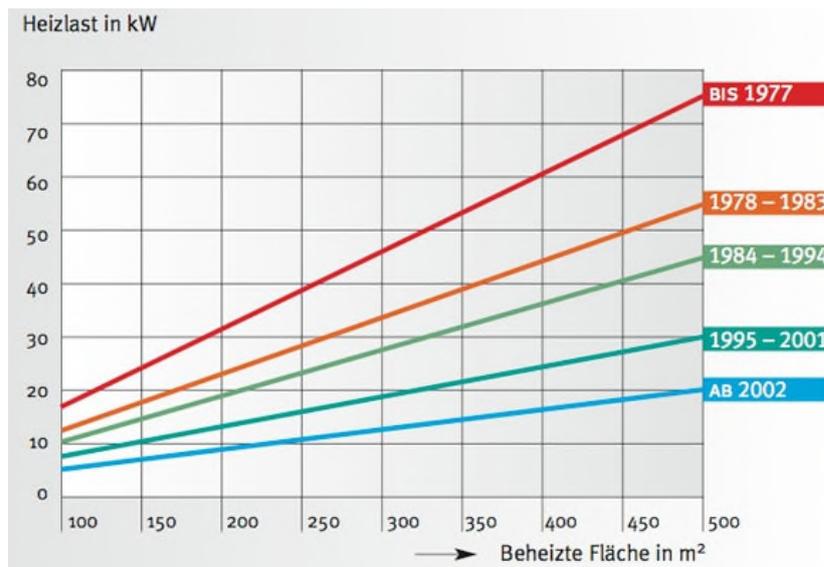


Abbildung 17: Richtwerte zur Bestimmung der Heizlast in kW abhängig von der Gebäudeklasse (VdZ⁹)

Bei einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,3 (2.628 h/a) ergibt sich darauf die benötigte Heizleistung von 145 kW für die zentrale und 189 kW als Summe der dezentralen Lösungen bzw. der Wärmeübergabestationen eines konventionellen Nahwärmenetzes. Bei einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,5 ergibt sich eine benötigte Heizleistung von 125 kW bzw. 315 kW als Summe der dezentralen Lösungen bzw. der Wärmeübergabestationen. Für Spitzenlastzeiten wird von 200 kW für eine zentrale konventionelle Wärmeversorgungslösung ausgegangen.

Biomassebedarf und Lagerung

Eine zentrale Wärmeversorgung erfordert die Einrichtung einer Heizzentrale inklusive einer Redundanz bzw. Spitzenlastabdeckung sowie eines Wärmenetzes. Der Platzbedarf für die Heizzentrale selbst ist gering, für eine Biomassebevorratung (5 bis 7 Tage) aber vergleichsweise hoch. Pro Jahr würden 162 Tonnen Stroh bzw. 175 Tonnen Holzhackschnitzel benötigt, was einen Transportaufwand von 11 (HHS) bzw. 15 (Stroh) LKW im Jahr bedeuten würde. Für die Versorgung der dezentralen Pelletkessel würden 6 LKW-Tanklasten benötigt (a 18 t).

Die Auslegung des Vorratslagers an der Heizzentrale orientiert sich am Spitzenlastfall für 7 Tage. Bei durchgehend 200 kW Heizlast werden 4.800 kWh am Tag benötigt, welche durch 1.308 kg bzw. 6 m³ HHS, 1.212 kg bzw. 4 Großballen¹⁰ Stroh oder 1.000 kg bzw. 2 m³ Holzpellets abgedeckt werden können. Das Wochenvorratsvolumen beträgt entsprechend 45, 61 bzw. 11 m³. Bei einer Schütthöhe von 1,7 m ergibt dies eine überdachte bzw. eingehauste Fläche von 27, 36 bzw. 6 m². Für den Jahresvorrat an HHS ist mit 1.383, 1.872 bzw. 330 m²

⁹ Quelle: VdZ – Forum für Energieeffizienz in der Gebäudetechnik e.V. (VdZ)

¹⁰ Maße Großballen: 2 m x 1,2 m x 0,9 m, Gewicht ca. 300 kg

zu rechnen (nicht vor Ort, sondern beim Dienstleister bzw. Betreiber).

Da in Leezen Erdgas anliegt, bietet sich ein Erdgaskessel zur Spitzenlastabdeckung an, was den Lagerbedarf und die nötige Spitzenabdeckung durch eine Biomasseanlage verringern, den CO₂-Abdruck aber erhöhen würde.

7.2. Kaltes Nahwärmenetz

Eine Sonderform der zentralen Wärmeversorgung ist das **kalte Nahwärmenetz**. Hierbei erfolgt eine zentrale Wärmeversorgung auf niedrigem Temperaturniveau (5-15 °C). Die Leitungen sind nicht gedämmt, so dass auch Erdwärme im Netzbereich mit genutzt wird. Dezentral sind Sole-Wasser-Wärmepumpen erforderlich (vergleichbar mit Erdwärmepumpen), um diese Temperatur auf das benötigte Heizniveau im Gebäude zu bringen. Je nach Konzept sind auch dezentrale Wärmespeicher und Trinkwasserstationen erforderlich. Durch die niedrigen Temperaturen werden Netzverluste reduziert, zudem passen die Vorlauftemperaturen an den Bedarf der Neubauten. Im Sommer können die Wohnhäuser gekühlt und der zentrale Wärmespeicher und auch das Erdreich regeneriert werden. Über einen saisonalen Wärmespeicher (z.B. Eisspeicher) kann regenerativ erzeugte Wärme aus der Sommerzeit für die Heizperiode gespeichert werden. Denkbar sind die Einbindung einer zentrale Solarthermieanlage, eines großen Erdkollektors und/oder einer Wärmepumpe in Kombination mit PV-Strom (Überschussstrom im Sommer).



Abbildung 18: Funktionsweise eines kalten Nahwärmenetzes (Stadtwerke Troisdorf¹¹)

¹¹ <https://www.stadtwerke-troisdorf.de/zusatzleistungen/kalte-nahwaerme>

Durch den größeren Durchmesser der Leitungen werden für das Wärmenetz Formteile verwendet, die höhere Material- und Installationskosten verursachen als bei konventionellen Wärmenetzen, andererseits fällt die Wärmedämmung weg. Zusammen mit den hauseigenen Wärmepumpen, der zentralen Wärmepumpe oder Kollektoren und ggf. Speicher sind die Investitionskosten viel höher als bei konventionellen Lösungen. Die laufenden Kosten sind aber geringer.

Nachfolgend einige Beispiele für umgesetzte Projekte:

Beispiel Thüringen: „33 Einfamilienhäuser des Landes sollen hier mit kalter Nahwärme versorgt werden. Der geothermische Kollektor von Werther wird auf einer Fläche von 8.000 Quadratmetern Wärme im Boden sammeln.... Jeder, der ein Grundstück kauft und sich anschließen lässt, zahlt einmalig 3.000 Euro für Genossenschaftsanteile. Bei Gewinnen werden alle Anteilseigner beteiligt. "Ansonsten gibt es nur noch eine monatliche Anschlussgebühr von 65 Euro. Das war's", sagte Claus Müller von der Energiegenossenschaft Helmetal... überreichte Werthers Bürgermeister ... einen Förderscheck über knapp 140.000 Euro.“ Quelle: <https://www.mdr.de/nachrichten/thueringen/nord-thueringen/nordhausen/kalte-nahwaerme-werther-wohngebiet-100.html>

Beispiel Gemeinde Schallstadt, südwestlich von Freiburg: „Ein Wohngebiet mit etwa 200 Wohnungen sowie das neue Rathaus entstanden unweit eines vorhandenen Abwasserkanals.... das Kalte Nahwärmenetz arbeitet mit niedrigen Temperaturen. Damit werden die Wärmeverluste in der Leitung minimiert. Im letzten Abschnitt, dem Gebäude mit den Nutzern, übernimmt die Wärmepumpe die Bereitstellung der gewünschten Warmwasser- und Heiztemperatur... Im Sommer funktionieren die Wärmepumpen in umgekehrter Weise als Kältemaschinen zur Raumkühlung. Allerdings wird die Wärme nicht in den Abwasserkanal eingespeist, sondern im Quartier „versenkt“. Dazu dient ein thermischer Puffer, ein 500 Kubikmeter fassendes unterirdisches Wasserbecken – das noch weitere Vorteile bringt... Die Bewohner einiger Gebäude beziehen die elektrische Energie aus eigenen Photovoltaikanlagen... Es gab Fördermittel des Landes Baden-Württemberg in Höhe von 216.299 Euro aus der Projektträgerschaft Umweltforschung, Programm BWPLUS.“ Quelle: <https://www.vermieter-ratgeber.de/fachmagazin/advertorial/ohne-brennstoff-heizen.html>

Beispiel der Pfalzwerke Gruppe: gemeinschaftlich genutzte Sondenfelder mit Kalter Nahwärme: Neubaugebiete in Maikammer sowie in Harthausen: „Im Neubaugebiet Eulbusch III in Maikammer profitieren zirka 52 Bauherren vom Konzept der sogenannten Kalten Nahwärme.“

Dahinter steckt das Prinzip der Wärmepumpe. Die Idee: Statt, dass jeder Hausbesitzer für sich Wärme aus der Erde zieht, erfolgt dies in Maikammer über gemeinschaftlich genutzte Sondenfelder im Neubaugebiet. Fünf bis 15 Grad warme Sole wird über eine Ringleitung an die angeschlossenen Häuser verteilt. Alles, was ein Haushalt dann noch braucht, ist eine Wärmepumpe, die die angelieferte Wärme weiter verdichtet und für Raumheizung und Warmwasser auf die benötigte Gradzahl bringt... Bei der Umsetzung eines Kalten Nahwärmenetzes bestehen zwei verschiedene Vorgehensweisen. Einmal die Möglichkeit, die Erdbohrungen an einem zentralen Ort gesammelt in die Erde zu bringen. Hierbei transportiert eine zentrale Pumpe die erwärmte Sole zu den einzelnen Anschlussnehmern.

Die andere Möglichkeit ist ein passives System. Hierbei werden mehrere dezentrale Sondenfelder im Baugebiet eingebracht. Die Sonden werden im Baugebiet verteilt, dadurch gelangen sie in die Nähe der Abnehmer und die Sole kann durch die interne Umwälzpumpe innerhalb der Wärmepumpe im Gesamtsystem transportiert werden.

Die passive Variante bietet für unsere Neubaugebiete in Maikammer und Harthausen zudem die Vorteile, dass durch den Entfall einer zentralen Netzpumpe das System erheblich störunanfälliger und auch preiswerter wird. Durch die Verlegung des Netzes im Straßenkörper sind zudem keine weiten Zuleitungsstrecken zwischen Sondenfeld und dem eigentlichen Verteilnetz notwendig.... Für die Unterbringung der zentralen Technik des passiven Systems ist lediglich eine Fläche von wenigen Quadratmetern (einstellig) nötig. In Maikammer bietet sich für uns die Gelegenheit, diesen Technikraum in dem Keller eines Mehrfamilienhauses einzurichten. Dieses wird nach aktuellem Aufsiedlungsszenario allerdings erst nach Inbetriebnahme des Kalten Nahwärmenetzes errichtet. Daher ist vorzeitig eine provisorische Technikzentrale in einem Überseecontainer notwendig.“ Quelle: https://blog.pfalzwerke-gruppe.de/kalte-nahwaerme-pilotprojekte_a456048

Beispiel Baugebiet „In de Brinke“ in Warendorf, ein Leuchtturmprojekt von bundesweiter Bedeutung: „Die Energie zur Wärmeversorgung der Gebäude im Baugebiet wird über eine Vielzahl von Tiefenbohrungen mit bis zu 150 m Tiefe sowie einem ca. 5 km langen Grabenkollektor über Sonden gewonnen. Die Erdwärme wird dann in Technikzentralen zusammengeführt und durch ein unterirdisches Rohrleitungssystem direkt zu den Häusern transportiert... Das Nahwärmenetz nutzt geringe Temperaturen und die Umweltenergie Erdwärme, um klimaschonend Wärme zu erzeugen. Wegen der niedrigen Temperaturen in dem Versorgungsnetz (unter 20°C) spricht man von einem "Kalten Nahwärmenetz". ... In den Häusern sorgen dann Wärmepumpen für die gewünschten Temperaturen des Wassers und der Raumwärme. Für den Betrieb der Wärmepumpen in den Häusern wie auch für die weiteren Pumpen und sonstigen

Anlagen in dem Versorgungssystem wird Ökostrom eingesetzt. Die Wärmeversorgung ist somit fast 100 % klimaneutral.... Jeder Grundstückserwerber hat neben dem Kaufpreis einen Baukostenzuschuss für dieses Nahwärmenetz zu entrichten (11.110,- € bei einer Anschlussleistung bis 5,5 kW). Darüber werden die anfänglichen Investitionskosten für das Versorgungssystem unter Einbeziehung einer staatlichen Förderung gesichert. Jedes Grundstück hat so einen Anschluss an das Nahwärmenetz. Es ist aber nicht verpflichtend, diesen Anschluss zu nutzen.“ Quelle: <https://www.warendorf.de/wirtschaft-arbeit/baugebiet-in-de-brinke/klimaneutrales-nahwaermenetz.html>

8. CO₂-Emissionen der Versorgungslösungsvarianten

Aus dem Energieträgerbedarf (Primärenergieverbrauch) und den spezifischen Emissionsbeiwerten ergibt sich die CO₂-Emission der jeweiligen Variante.

Mit **14 Tonnen CO₂/a** emittiert die Variante „**Zentrale Strohheizung**“ die geringste, die Variante „**Erdgas**“ mit **110** (zentral) bzw. **88 Tonnen CO₂/a** (dezentral) die größte Menge an Treibhausgasemissionen. Die im Neubau häufigste Heizlösung „dezentrale Luft-Wärmepumpe“ verursacht bei Nutzung von Netzstrom 46 Tonnen CO₂/a und damit deutlich mehr als die biomassebasierten Wärmeversorgungslösungen (14 bis 18 t CO₂/a). Wird zu 50 % selbst erzeugter PV-Strom verwendet, verringert sich der CO₂-Ausstoß der Luft-Wärmepumpe auf 25 Tonnen CO₂/a. Aber auch durch den abnehmenden CO₂-Emissionsbeiwert des deutschen Strommixes verringert sich der THG-Emission von Wärmepumpen zunehmend (Abbildung A 3). Durch einen Öko-Stromtarif können durch eine Wärmepumpe rechnerisch Null-Emissionen erreicht werden (z.B. WEMAG Ökostrom mit 0 g / kWh). Ähnliches gilt für die Verwendung von Biomethan im Erdgas.

Je nachdem welche Technologie und Energie genutzt wird, ergeben sich für das **kalte Nahwärmenetz** unterschiedliche CO₂-Emissionen. Diese bewegen sich für das Wohngebiet im Bereich **20 bis 40 Tonnen CO₂ pro Jahr**. Zusätzlich zum Stromverbrauch der dezentralen Wasser-Wärmepumpen (wie Erdwärmepumpe) benötigt eine zentrale Wärmepumpe sowie ggf. Umwälzpumpen des Wärmenetzes Energie, was die CO₂-Emission erhöht. Diese Verbräuche sind allerdings schwer abschätzbar, was die Vergleichbarkeit dieser Variante erschwert. Wenn 50 % PV-Strom genutzt wird, verringert sich die CO₂-Emission auf 19 Tonnen CO₂/a. Diese ist dann mit der Emission von dezentralen Erdwärmepumpen vergleichbar. Wird im kalten Nahwärmenetz reines Wasser als Medium genutzt, hat dies Vorteile hinsichtlich der Umweltverträglichkeit.

Tabelle 12: Szenarienvergleich zentrale und dezentrale Wärmeversorgung hinsichtlich ihrer CO₂-Emissionen

		Erdgas zentral	Erdgas dezentr.	HHS zentral	Stroh zentral	Pellet dezentr.	Erd-Wärmepumpe zentral	kalte Nahwärme+dezentr WP	Erd-WP dezentral	Luft-WP dezentral
Wärmebedarf	kWh	439.038	439.038	439.038	439.038	439.038	439.038	439.038	439.038	439.038
davon Raumwärme	kWh	0	0	0	0	0	325.924	325.924	325.924	325.924
davon TWW	kWh	0	0	0	0	0	113.114	113.114	113.114	113.114
Netzlänge 820 m		konventionell	-	-	-	-	geringere Temperatur	kalte Nahwärme	-	-
Netzverluste	kWh	107.748	0	107.748	107.748	0	86.198	0	0	0
Netzverluste	%	20	0	20	20	0	16	0	0	0
Gesamtwärmebedarf	kWh/a	546.786	439.038	546.786	546.786	439.038	525.236	439.038	439.038	439.038
Energieträger		Erdgas	Erdgas	HHS	Stroh	Pellets	Strom+Umwelt	Strom+Umwelt	Strom+Umwelt	Strom+Umwelt
Wirkungsgrad	%	100	100	85	85	90				
Energieträgerbedarf	kWh/a	546.786	439.038	643.278	643.278	487.820	128.391	107.320	109.759	125.439
Energieträgerbedarf*	t/a	-	-	175	162	102	-	-	-	-
LKW-Ladungen pro Jahr	Anzahl	-	-	11	15	6	-	-	-	-
spezif CO ₂ -Emission**	g/kWh	201	201	27	22	36	366	366	366	366
jährl. Emission	t CO₂/a	110	88	17	14	18	47	39	40	46
spezif CO ₂ -Emission** 50% PV-Strom	g/kWh	-	-	-	-	-	196	196	196	196
jährl. Emission bei 50% PV-Strom	t CO₂/a	-	-	-	-	-	25	21	22	25

*abhängig vom Wassergehalt, ** siehe Anhang

Aufgrund der vergleichsweise hohen CO₂-Emissionen sollte auf eine fossile Wärmeversorgung im neuen Wohngebiet verzichtet werden. Die zentralen Biomasselösungen scheiden aufgrund des Platzmangels und des Transportaufkommens aber auch wegen fehlender potenzieller Betreiber (hoher Betreuungsaufwand) für das Wohngebiet Leezen aus, auch wenn aus Klimaschutzsicht die geringen CO₂-Emissionen dieser Versorgungslösung sehr positiv zu werten sind. Gegen eine zentrale solarthermische Anlage in Verbindung mit einem Wärmenetz spricht ebenfalls der Platzmangel. Weniger Platz benötigt eine zentrale Wärmepumpe und/oder Erdwärmepumpe in Verbindung mit einem kalten Nahwärmenetz. Der Vorteil hinsichtlich der CO₂-Emission gegenüber der dezentralen Wärmepumpenlösungen ist aber überschaubar. Da Sonden oder Grundwassernutzung verboten sind, wären nur oberflächennahe Erdkollektoren beispielsweise auf dem benachbarten Acker möglich. Die ackerbauliche Nutzung der Fläche wäre dadurch kaum eingeschränkt (ggf. verzögerter Vegetationsbeginn durch Bodenauskühlung). Der Platzbedarf im Wohngebiet ist gering, der Betreuungsaufwand sollte nach der Etablierung ebenfalls gering sein. Für dezentrale Erdwärmepumpen spricht die höhere Effizienz verglichen mit Luft-Wärmepumpen und die geringen Schallemissionen. Eine flächendeckende Umsetzung im Wohngebiet ist aber aufgrund der kleinen Grundstücke unwahrscheinlich.

Dezentrale Solarthermieanlagen, z.B. an nach Süden ausgerichteten Fassadenkollektoren, können die o.g. Lösungen unterstützen und so den CO₂-Ausstoß zusätzlich senken, ohne dabei in Flächenkonkurrenz zu PV-Dachanlagen zu treten.

Wärmeversorgungs-Favoriten sortiert nach ihrer jährlichen gesamt. CO₂-Emission (ohne Vorketten für techn. Anlagen):

1. Dezentrale Pelletheizungen (18 t CO₂/a)
2. Zentrale Wärmequelle (kaltes Nahwärmenetz) für dezentrale Sole-oder Wasser-Wasser-Wärmepumpen mit 50 % PV-Strom (21 t CO₂/a)
3. Dezentrale Luft-Wasser-Wärmepumpe mit 50 % PV-Strom (25 t CO₂/a)

9. Wirtschaftlichkeit ausgewählter Wärmeversorgungskonzepte

Die Wirtschaftlichkeit einer Wärmeversorgungslösung wird neben den Investitionskosten durch die laufenden Kosten und Energieträgerkosten bestimmt. Erneuerbare Lösungen sind meist teurer in der Anschaffung und Biomasseanlagen oft im laufenden Betrieb. Aufgrund der hohen CO₂-Emissionen wird die Variante „dezentrale Erdgasbrennwertkessel“ nur zu Vergleichszwecken mit aufgeführt.

Tabelle 13 stellt die einzelnen Kostenpositionen der Investition sowie die laufenden der verschiedenen Versorgungslösungen gegenüber. Die Investitionskosten fließen über eine 20jährige Abschreibung in die laufenden Kosten ein. Vorteilhafte Lösungen weisen neben geringen CO₂-Emissionen auch geringe laufende Kosten auf. Die jährlichen Kosten pro Wohneinheit inklusive der zentralen Anteile sind in der Tabelle farblich markiert (von vorteilhaft zu weniger vorteilhaft: dunkles orange zu dunkles grün). Die Förderung erneuerbarer Wärmeversorgungsanlagen und Wärmenetze wirkt enorm kostensenkend. Eine zentrale Holzhackschnitzelheizanlage ist trotz hoher Investitionskosten die kostengünstigste Variante, bei gleichzeitig sehr geringen CO₂-Emissionen. Leider kommt diese Versorgungslösung für Leezen nicht in Frage. An zweiter Stelle folgen die dezentrale Wärmepumpen, wobei es sehr vorteilhaft ist, eigenen PV-Strom dafür einzusetzen. Bei aktuellen Energiepreisen (10 % Preissteigerung berücksichtigt) sind die Kosten der dezentralen Erdgasbrennwertgeräte gleichauf mit den zentralen Versorgungslösungen Erd-Wärmepumpe und kalte Nahwärme, aber schon jetzt teurer als dezentrale Wärmepumpen. Dezentrale Pelletheizungen weisen sehr geringe CO₂-Emissionen aber höhere Kosten als die Wärmepumpen- und Erdgas-Versorgungslösungen auf. Prognosen zur Energiepreisentwicklung sind aktuell nicht belastbar möglich. Allerdings ist von einem weiter steigenden Niveau auszugehen. Nimmt man eine Verdopplung zu heute an (04/2022), wirkt sich dies enorm auf die laufenden Kosten der Wärmeversorgung aus. Erdgas wird zur deutlich teuersten Variante. Da sich die Kosten für selbst erzeugte Strom nicht erhöhen, bleibt die dezentrale Wärmepumpe und das kalte Nahwärmenetz mit 50 % PV-Stromnutzung sehr günstig. Da bei der zentralen Erdwärmepumpe nur Netzstrom genutzt werden kann, wird diese Versorgungslösungen deutlich teurer als die anderen Wärmepumpenlösungen.

Abbildung 19 verdeutlicht den Einfluss gestiegener Energiekosten und der Abschreibung auf die laufenden Kosten.

Tabelle 13: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Versorgungslösungen

		Erdgas dez.	HHS zentral	Pellet	Erd-WP zentral	kalte Nahwärme + WP	kalte NW WP + 50% PV	Erd-WP dez. ****	Luft-WP dez.	Luft WP + 50% PV
Energieträgerbedarf	kWh/a	439.038	643.278	487.820	131.309	107.320	107.320	109.759	125.439	125.439
jährl. Emission	t CO ₂	88	17	18	48	39	21	40	46	25
Förderung***		nein	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Erzeug. / Übergabestation	%	-	40 / 35	-	40 / 35	40 / 35	40 / 35	-	-	-
Wärmenetz	%	-	50	-	50	50	50	-	-	-
Übergabestation mFö*	€	0	83.200	0	83.200	41.600	41.600	0	0	0
Netz mFö*	€	0	205.000	0	205.000	307.500	307.500	0	0	0
Redundanz-/ Spitzenlastkessel mFö*	€	0	180.000	0	60.000	30.000	30.000	0	0	0
Kessel/ dez. WP mFö*	€	300.000	60.000	748.800	325.000	499.200	499.200	665.600	582.400	582.400
Speicher/ Kollektor mFö*	€	128.000	2.150	83.200	195.000	195.000	195.000	83.200	83.200	83.200
Investition zentrale Infrastruktur mFö*	€	0	447.150	0	785.000	532.500	532.500	0	0	0
Investition dezentrale Anlagenteile mFö*	€/WE	6.688	1.300	13.000	1.300	8.450	8.450	11.700	10.400	10.400
jährliche Kosten pro WE* (10% Steigerung Energiepreise)*	€/a WE	1.321	680	1.416	1.316	1.374	1.200	1.180	1.182	1.009
jährliche Kosten pro WE* (100% Steigerung Energiepreise)*	€/a WE	2.000	865	1.828	1.789	1.761	1.335	1.575	1.634	1.260
jährliche Kosten pro WE (bei 10% E-Preissteigerung) ohne Förderung	€/a WE	1.321	1.008	1.773	1.771	1.951	1.757	1.501	1.468	1.294

*unter Berücksichtigung der Förderung, **inkl. Energieträger, laufende Kosten, Abschreibung mit Förderung, *** BEG, KfW oder BAFA, ****auch hier wirkt selbst erzeugter PV-Strom kosten- und CO₂-senkend

Tabelle 14: Angenommene Preise und CO₂-Steuer der Versorgungslösungen

		Erdgas dezentr.	HHS zentral	Pellet de- zentral	Erd-WP zentral	kalte Nah- wärme + dez. WP	Erd-WP dezentral	Luft-WP dezentr.	Luft WP dez. + 50% PV
Strom- bzw. Brennstoff- preise (netto, 04/2022)	€/kWh	0,11	0,02	0,06	0,26	0,26	0,26	0,26	0,19
geschätzte Energieträger- preise (netto, 2025, 100% Kostensteigerung)	€/kWh	0,22	0,04	0,12	0,51	0,51	0,51	0,51	0,32
CO₂-Steuer (2025)*	€/kWh	0,01	0	0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Jährl. Energieträgerkosten (04/2022+10%) + Wartung	€/a WE	830	226	503	578	472	483	552	378
CO₂-Steuer 2025*	€/WE	76	15	15	41	34	35	39	21
AfA der Gesamtinvesti- tion mFö inkl. 2%Verzin- sung auf 20 Jahre	€/a	21.828	23.169	42.432	37.491	49.476	38.189	33.946	33.946
laufende Kosten (Flächen- pacht, Wartung, Schorn- steinfeger)	€/a	9.600	2.000	16.000	3.000	3.000	6.400	6.400	6.400
Energieträgerkosten (inkl. 10% Steigerung)	€/a	53.124	14.463	32.196	36.977	30.221	30.908	35.324	24.210
Summe jährliche Be- triebskosten (gesamt)	€/a	84.552	43.511	90.628	84.255	87.960	75.497	75.669	64.555

*CO₂-Steuer: 55 €/t CO₂ in 2025

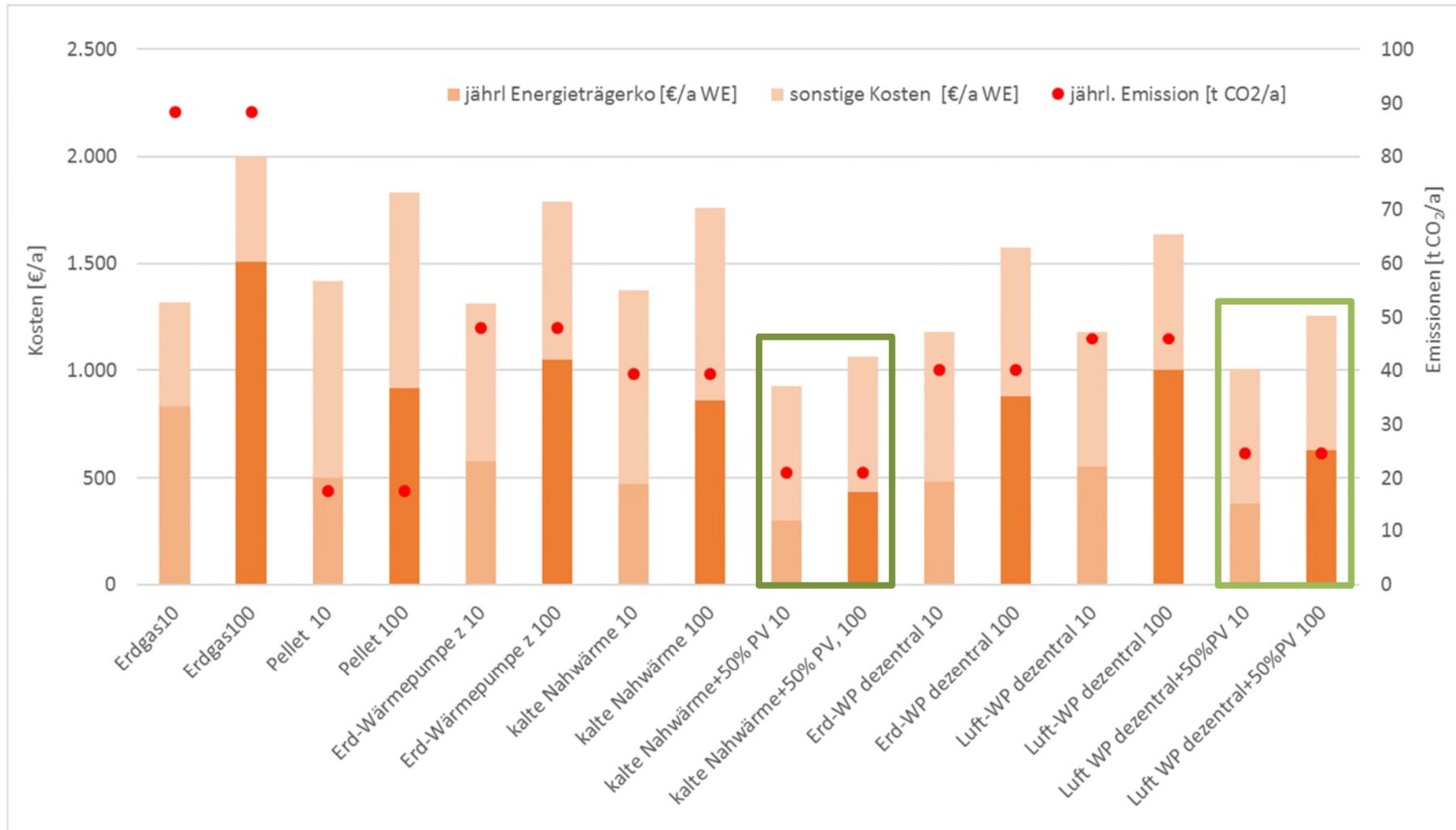


Abbildung 19: Vergleich Kosten und CO₂-Emissionen der Versorgungsoptionen (10 = bei 10 %iger Kostensteigerung gegenüber 04/2022; 100 = bei 100 %iger Kostensteigerung gegenüber 04/2022)

Erdgas ist schon jetzt nicht mehr die wirtschaftlichste Wärmeversorgungslösung!

In Leezen ist die **dezentrale Wärmepumpe mit / ohne kaltem Nahwärmenetz** bei anteiliger Nutzung von selbst erzeugtem **PV-Strom** die **wirtschaftlichste Versorgungslösung** bei gleichzeitig geringen CO₂-Emissionen!

Die zentralen Versorgungslösungen Erdwärme oder kalte Nahwärme sind (Kollektorfeld unter benachbartem Acker) geringfügig teurer als die dezentralen Wärmepumpen, bei höherer Förderung aber ebenfalls wirtschaftlich/vergleichbar.

Langfristig ist auch eine Pelletheizung wirtschaftlicher als eine Wärmeversorgung basierend auf Erdgas bei gleichzeitig geringen CO₂-Emissionen.

10. Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Der **Strombedarf des Wohngebietes (329.869 kWh/a)** kann durch **PV-Anlagen** auf 50 % der Dachflächen **bilanziell gedeckt werden!** Es ist mit **Einspeisespitzen bis zu 652 kWp** zu rechnen. Die mögliche Solarstromerzeugung damit beträgt knapp 450.000 kWh pro Jahr. Für eine zukunftsfähige Energieversorgung ist mit einer zusätzlichen Entnahmeleistung von bis zu **700 kW zur Ladung von Elektrofahrzeugen** im Wohngebiet zu rechnen. Wenn der Bedarf der E-Mobilität (je WE 20.000 km) berücksichtigt wird, könnte die solare Deckung durch PV-Strom bilanziell 77 % betragen.

Eine solare Deckung des Wärmebedarfs von 32 bis 36 % durch Dachsolarthermieanlagen ist möglich, steht aber in Flächenkonkurrenz zu PV-Anlagen. Erdgas ist schon jetzt nicht mehr die wirtschaftlichste Wärmeversorgungslösung! In Leezen ist die **dezentrale Wärmepumpe mit / ohne kaltem Nahwärmenetz bei anteiliger Nutzung von selbst erzeugtem PV-Strom** die **wirtschaftlichste Versorgungslösung** bei gleichzeitig geringen CO₂-Emissionen.

Vorgaben im Bebauungsplan wie „Dächer ohne Gauben“ erleichtern die Ausschöpfung des Solarstrompotenzials. Vertikale Solaranlagen z.B. an Fassaden zu erlauben (bzw. nicht zu verbieten), fördert die Erschließung des Solarpotenzials! Festgeschriebene Effizienzhäuser garantieren geringe Wärmebedarfe und damit geringe laufende Kosten. Ein geringer Wärmebedarf oder eine niedrige Wärmeabnahmedichte beeinträchtigen nicht die Funktion eines kalten Nahwärmenetzes aber die Wirtschaftlichkeit der zentralen Einheiten.

Ein Wohngebiet mit geringen CO₂-Emissionen und Wärmeversorgungskosten in Leezen ist möglich!

11. Checkliste für Neubaugebiete

Ob und welche nachhaltige Versorgungslösung für ein Wohngebiet am vorteilhaftesten ist, ist nicht auf den ersten Blick abschätzbar. Viele Faktoren haben Einfluss und oft sind es engagierte Bürger, die positive Dinge bewegen können. Die folgende nicht abschließende Checkliste soll entsprechende dazu Denkanstöße geben.

- 1) Existiert in der Gemeinde ein Klimaschutzkonzept, Bioenergiedorfstudie oder wurde Klimaschutzziel formuliert? Wenn schon Studien vorliegen, ist die Abschätzung des Potenzials einfacher.
- 2) Gibt es „Kümmerer“ oder im bezüglich Klima/Umweltschutz engagierte Bürgermeister/in oder Arbeitskreis oder Verein? Wenn ja, bestehen bessere Chancen einen Betreiber für zentrale Lösungen zu finden.
- 3) Lage des neuen Wohngebietes: Bietet das Wohngebiet selbst oder in direkter Nachbarschaft Möglichkeiten für zentrale Energieversorgung (Platz für Solarenergie, benachbarte Ackerfläche, großes Gewässer als Wärmequelle, Platz für Heizzentrale, Lager, landwirtschaftlicher Betrieb mit Hallen/Platz usw.)? Wenn der Platz knapp ist, schließen sich einige Versorgungslösungen, vor allem die mit großem Platzbedarf wie Holzhackschnitzel oder Solarenergie für eine zentrale Lösung aus.
- 4) Liegt die Gemeinde in einem walddreichen Gebiet? Besteht Kontakt zu ansässigen Landwirten? Sind lokal Holzreste (Waldrestholz, Heckenschnitt, kommunaler Grünschnitt, ggf. Reste aus Sägewerken u.ä.) verfügbar und können diese auch lokal verarbeitet werden, sollte dieses Potenzial unbedingt zusammen erschlossen werden, da dann der Vorteil geringer CO₂-Emissionen mit geringen laufenden Kosten verbunden sind.
- 5) Schränken (Wasser)Schutzgebiete vor Ort erneuerbare Energien ein? In Trinkwasserschutzzone III sind Bohrungen für Geothermie i.d.R. nicht erlaubt.
- 6) Attraktivität der Lage und Größe des Baugebietes: Bei hoher Nachfrage kann davon ausgegangen werden, dass anspruchsvollere Lösungen akzeptiert werden. Bei größeren Baugebieten könnte eine BGNB Zertifizierung der Planung sinnvoll sein.

12. Literatur und Quellen

BAFA (2021): Informationsblatt CO₂-Faktoren, Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft, 11/2021)

Bioenergiekonzept Leezen (2016): Machbarkeitsstudie zur Nutzung regenerativer Energien in der Gemeinde Leezen, AG LGMV mbH und Trigenius GmbH.

BMU (2018): Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit – Arbeitsgruppe IK III 1 Klimaschutz in Zahlen, 72 Seiten.

dena (2016): dena-GEBÄUDEREPORT Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand, Stand 11/2016, Art.-Nr.: 8162, ISBN 978-3-981-5857-3-8.

EA NRW (2018): Energieagentur NRW, Auszeit! Energie sparen, Kosten senken, Umwelt schützen, Broschüre, 78 Seiten.

EM MV (2021): Energie- und CO₂-Bericht 2019 – 2020 mit Energiebilanz und Bilanz energiebedingter CO₂-Emissionen 2017 und 2018, Hrsg. Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, im Juni 2021

Länderarbeitskreis Energiebilanzen (2019): Kohlendioxidemissionen, online:
<https://www.lak-energiebilanzen.de/energiebilanzen/>.

Statistisches Bundesamt (2019: Mikrozensus 2019; Entwicklung der Privathaushalte bis 2040, Statistisches Jahrbuch.

UBA (2021): CLIMATE CHANGE 45/2021 Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990 - 2020 von Petra Icha unter Mitarbeit von Dr. Thomas Lauf, Gunter Kuhs

13. Anhang

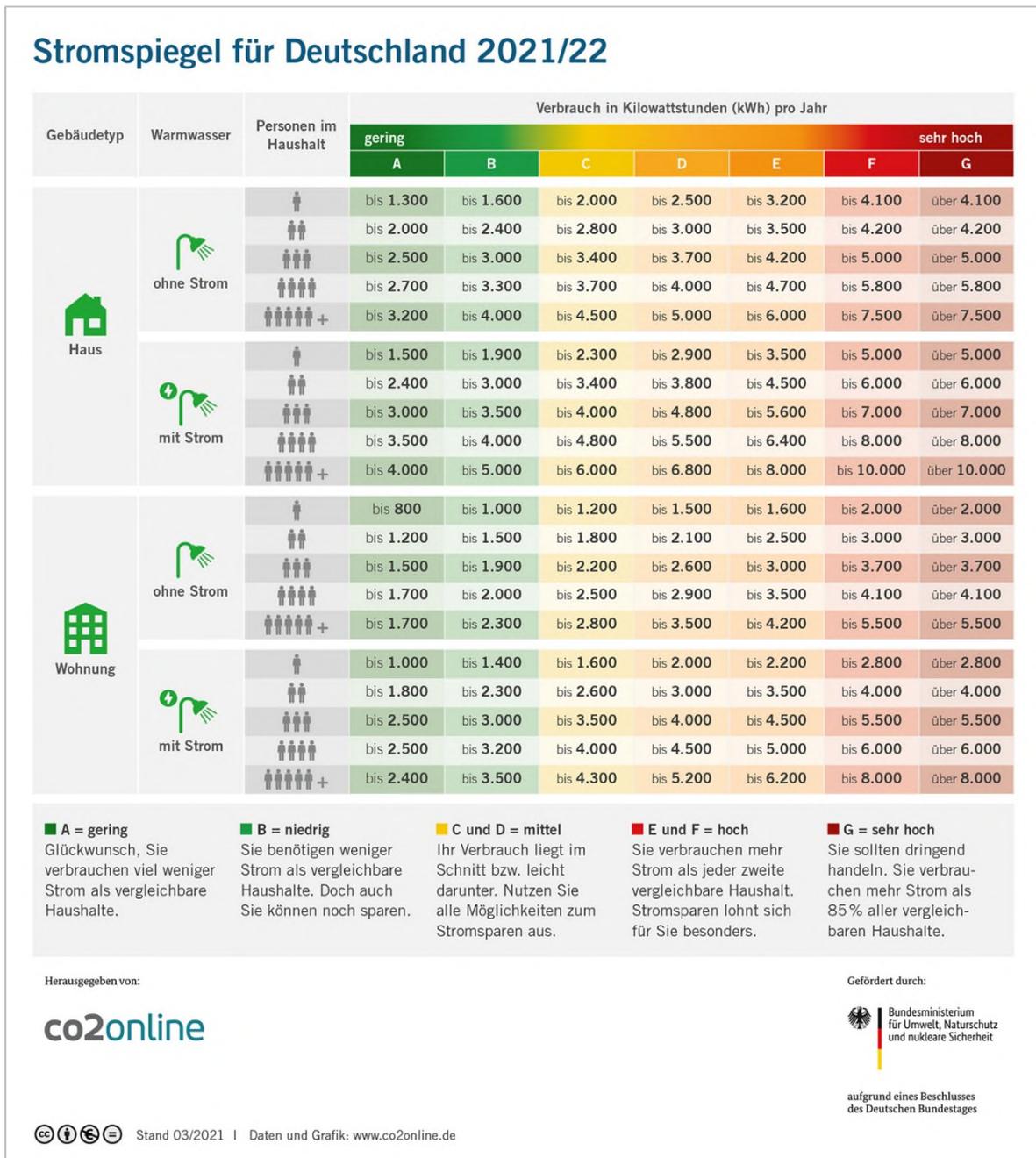


Abbildung A 1: Stromspiegel für Deutschland



Ökologische Qualität

Die sechs Kriterien der Ökologischen Qualität erlauben eine Beurteilung der Wirkungen von Quartieren auf die globale und lokale Umwelt sowie das Stadtklima, als auch auf die Ressourcen- / Wertstoffanspruchnahme durch Planung und Bau.

- Ökobilanz (ENV1.1)
- Schad- und Risikostoffe (ENV1.2)
- Stadtklima - Mesoklima (ENV1.5)
- Wasserrehabilitationsysteme (ENV2.2)
- Flächenanspruchnahme (ENV2.3)
- Biodiversität (ENV2.4)



Technische Qualität

Die fünf Kriterien der Technischen Qualität bieten einen Maßstab zur Bewertung der Qualität der technischen Ausführung im Hinblick auf relevante Nachhaltigkeitsaspekte sowie die Qualität der Mobilität und ihren Beitrag zur Nachhaltigkeit des Quartiers.

- Energieinfrastruktur (TEC2.1)
- Wertstoffmanagement (TEC2.2)
- Smart Infrastructure (TEC2.4)
- Mobilitätsinfrastruktur - Motorisierter Verkehr (TEC3.1)
- Mobilitätsinfrastruktur - Nichtmotorisierter Verkehr (TEC3.2)



Ökonomische Qualität

Die fünf Kriterien der Ökonomischen Qualität dienen der Beurteilung der langfristigen Wirtschaftlichkeit (Lebenszykluskosten) und der Wertschöpfung sowie der Anpassungsfähigkeit.

- Lebenszykluskosten (ECO1.1)
- Resilienz und Wandlungsfähigkeit (ECO2.1)
- Flächeneffizienz (ECO2.3)
- Wertstabilität (ECO2.4)
- Umweltschäden (ECO2.5)



Prozessqualität

Die sechs Kriterien der Prozessqualität verfolgen das Ziel, die Qualität der Planung und Planungsbeteiligung sowie die Qualität der Bauausführung und des Betriebs des Quartiers zu erhöhen.

- Integrierte Planung (PRO1.2)
- Partizipation (PRO1.7)
- Projektmanagement (PRO1.8)
- Governance (PRO1.9)
- Sicherheitskonzepte (PRO1.10)
- Baustelle / Bauprozess (PRO2.1)
- Qualitätssicherung und Monitoring (PRO3.5)



Soziokulturelle und funktionale Qualität

Die acht Kriterien der Soziokulturellen und funktionalen Qualität helfen dabei, Quartiere hinsichtlich Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit sowie wesentlichen Aspekten der sozialen und infrastrukturellen Mischung zu beurteilen.

- Mikroklima - Thermischer Komfort im Freiraum (SOC1.1)
- Freiraum (SOC1.6)
- Arbeitsplatzkomfort (SOC1.8)
- Emissionen / Immissionen (SOC1.9)
- Barrierefreiheit (SOC2.1)
- Städtebau (SOC3.1)
- Soziale und funktionale Mischung (SOC3.2)
- Soziale und erwerbswirtschaftliche Infrastruktur (SOC3.3)

Abbildung A 2: Kriterien DGNB-Quartiere (<https://www.dgnb-system.de/de/quartiere/kriterien/>)

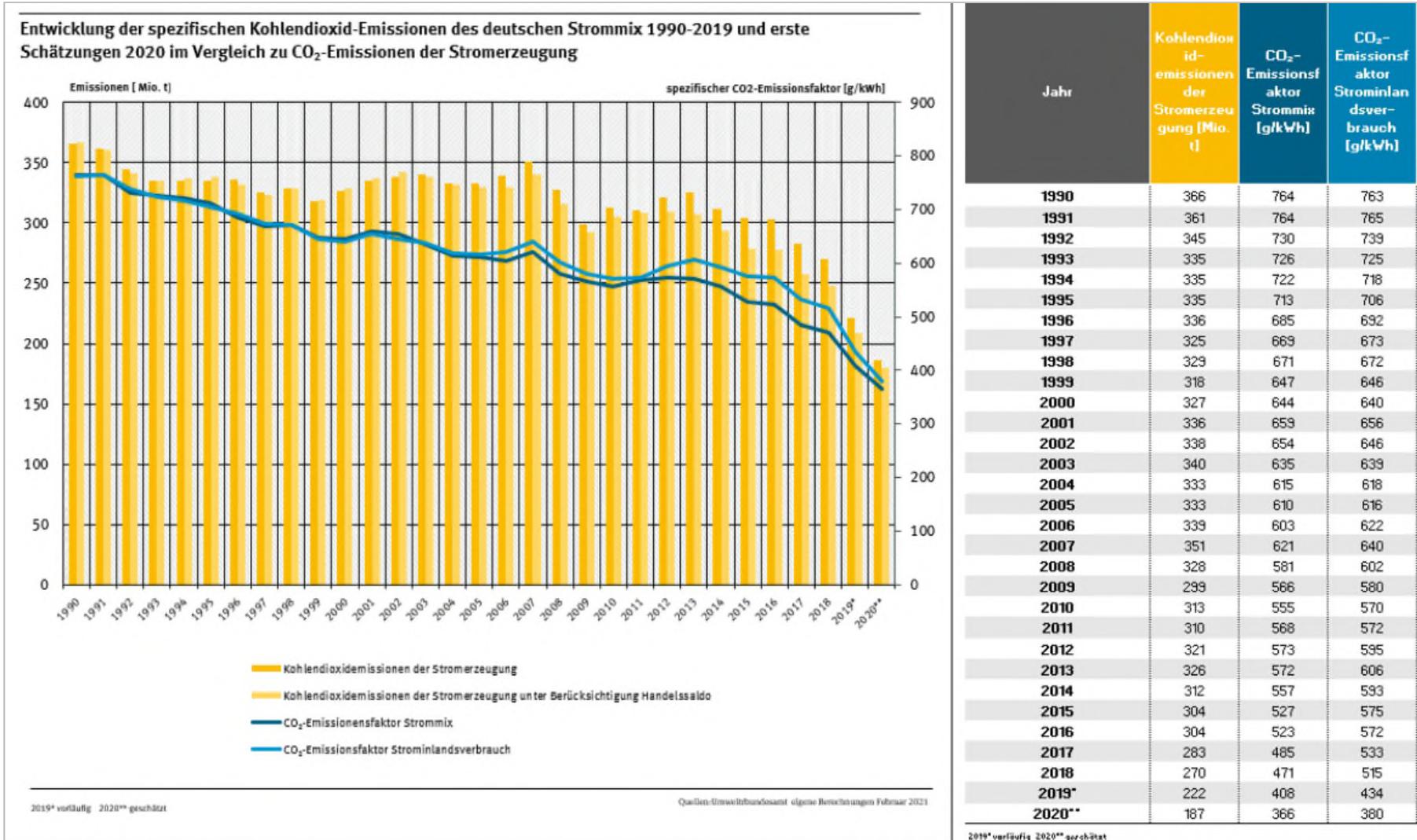


Abbildung A 3: Entwicklung der spezifischen CO₂-Emissionen des deutschen Strommix (UBA 2021)

Tabelle A 1: Berechnungsbeispiel Wärmepumpe

Wärmepumpen-Typ	Wärmeenergie für Heizung	JAZ für Heizung	Stromverbrauch Wärmepumpe für Heizung	Wärmeenergie für Warmwasser	JAZ für Warmwasser	Stromverbrauch Wärmepumpe für Warmwasser	Stromverbrauch Wärmepumpe gesamt (Heizung+Warmwasser)
Luftwärmepumpe	6.000 kWh	2,8	2.143 kWh (= 6.000 kWh/ 2,8)	4.000 kWh	2,4	1.666 kWh (= 4.000 kWh/ 2,4)	3809 kWh (= 2143 kWh + 1666 kWh)
Erdwärmepumpe	6.000 kWh	4,0	1.500 kWh (= 6.000 kWh/ 4,0)	4.000 kWh	3,8	1.052 kWh (= 4.000 kWh/ 3,8)	2552 kWh (= 1.500 kWh + 1.052 kWh)
Wasser-Wärmepumpe	6.000 kWh	4,8	1.250 kWh (= 6.000 kWh/ 4,8)	4.000 kWh	4,5	888 kWh (= 4.000 kWh/ 4,5)	2138 kWh (= 1.250 kWh + 888 kWh)

Beispiel für Heizleistung von 10.000 kWh/a, Quelle: <https://www.effizienzhaus-online.de/stromverbrauch-waermepumpe/>

Tabelle A 2: THG-Emissionsfaktoren (Quelle: BAFA, 2021)

Energieträger	Einheit	CO ₂ -Faktor
Strom (Effizienzmaßnahme)	tCO ₂ /MWh	0,732
Strom (Energieträgerwechsel zu Strom)	tCO ₂ /MWh	0,366
Nah-/Fernwärme	tCO ₂ /MWh	0,280
Heizöl leicht/Diesel	tCO ₂ /MWh	0,266
Heizöl schwer	tCO ₂ /MWh	0,288
Flüssiggas	tCO ₂ /MWh	0,239
Erdgas	tCO ₂ /MWh	0,201
Steinkohle	tCO ₂ /MWh	0,335
Braunkohle	tCO ₂ /MWh	0,383
Rohbenzin	tCO ₂ /MWh	0,264
Biomasse Holz	tCO ₂ /MWh	0,027
Pellets	tCO ₂ /MWh	0,036
Biodiesel	tCO ₂ /MWh	0,070
Bioethanol ²	tCO ₂ /MWh	0,043
Biogas	tCO ₂ /MWh	0,152
Klärschlamm	tCO ₂ /MWh	0,010

Die CO₂-Faktoren für die fossilen Brennstoffe entsprechen den Werten der "Tabellarischen Aufstellung der abgeleiteten Emissionsfaktoren für CO₂: Energie & Industrieprozesse" des UBA vom 15.04.2020. Die Werte für biogene Energieträger sind aus der UBA-Studie "Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger" vom November 2019 abgeleitet. Für Biomasse Holz wird der Mittelwert der dort aufgeführten Holzarten verwendet.

Wärmepumpen	Grundgerät	Installation + Zubehör	Kosten inkl. Einbau	Gesamtkosten inkl. Förderung
<u>Erd-Wärmepumpe</u> mit Erdsonden	9.000 - 15.000 €	9.000 - 17.500 €	ca. 25.000 €	ca. 16.250 €*
Erd-Wärmepumpe mit ErdWärmekollektoren	9.000 - 15.000 €	4.500 - 9.000 €	ca. 18.000 €	ca. 11.700 €*
<u>Wasser-Wasser-Wärmepumpe</u>	8.000 - 12.000 €	15.000 - 18.000 €	ca. 30.000 €	ca. 19.500 €*
<u>Luft-Wasser-Wärmepumpe</u> innen	10.000 - 12.000 €	2.000 - 4.000 €	ca. 15.000 €	ca. 9.750 €*
Luft-Wasser-Wärmepumpe außen	10.000 - 13.000 €	2.000 - 4.000 €	ca. 15.000 €	ca. 10.100 €*
<u>Luft-Luft-Wärmepumpe*</u>	7.000 - 8.000 €	6.000 €	ca. 15.000 €	ca. 12.000 €*

* BAFA-Förderung für die Sanierung mit Einzelmaßnahmen nach Bundesförderung für effiziente Gebäude BEG (BEG EM; mindestens 35 % Basisförderung)

Abbildung A 4: Kosten von Wärmepumpen (<https://www.energieheld.de/heizung/waermepumpe/kosten>)

Einzelmaßnahmen zur Sanierung von Wohngebäuden (WG) und Nichtwohngebäuden (NWG)		Fördersatz	Fördersatz mit Austausch Ölheizung	Fachplanung und Baubegleitung
Gebäudehülle ¹⁾	Dämmung von Außenwänden, Dach, Geschossdecken und Bodenflächen; Austausch von Fenstern und Außentüren; sommerlicher Wärmeschutz	20 %		50 %
Anlagentechnik ¹⁾	Einbau/Austausch/Optimierung von Lüftungsanlagen; WG: Einbau „Efficiency Smart Home“; NWG: Einbau Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Raumkühlung und Beleuchtungssysteme	20 %		
Heizungsanlagen ¹⁾	Gas-Brennwertheizungen „Renewable Ready“	20 %	20 %	
	Gas-Hybridanlagen Solarthermieanlagen	30 % 30 %	40 % 30 %	
	Wärmepumpen	35 %	45 %	
	Biomasseanlagen ²⁾	35 %	45 %	
	Innovative Heizanlagen auf EE-Basis	35 %	45 %	
	EE-Hybridheizungen ²⁾	35 %	45 %	
	Anschluss an Gebäude-/Wärmenetz mind. 25 % EE mind. 55 % EE	30 %	40 %	
		35 %	45 %	
Heizungsoptimierung ¹⁾		20 %		

¹⁾ ISFP-Bonus: Bei Umsetzung einer Sanierungsmaßnahme als Teil eines im Förderprogramm „Bundesförderung für Energieberatung für Wohngebäude“ geförderten individuellen Sanierungsfahrplanes (ISFP) ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.
²⁾ Innovationsbonus: Bei Einhaltung eines Emissionsgrenzwertes für Feinstaub von max. 2,5 mg/m³ ist ein zusätzlicher Förderbonus von 5 % möglich.

Abbildung A 5: Förderhöhen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG), Stand 01/2021

Aktuelle Gaskosten nach Verbrauch bei einem Gaspreis von 12,21 Ct/kWh

Verbrauch pro Jahr	Gaspreis	Kosten pro Jahr
14.000 kWh	12,21 ct/kWh	1.710 €
16.000 kWh	12,21 ct/kWh	1.954 €
18.000 kWh	12,21 ct/kWh	2.198 €

Quelle: BDEW, Vergleich.de, Stand: März 2022

Abbildung A 6: Aktuelle Gaskosten

Schüch, Dr. Andrea

Von: Krüger, Maria <Maria.Krueger@kreis-lup.de>
Gesendet: Montag, 4. April 2022 10:03
An: Schüch, Dr. Andrea
Betreff: AW: BP 210033 - Anfrage zu Sonden

WARNUNG: Diese E-Mail kam von außerhalb der Landgesellschaft M-V. Klicken Sie nicht auf Links und öffnen Sie keine Anhänge, es sei denn, Sie kennen den Absender und wissen, dass der Inhalt sicher ist.

Sehr geehrte Frau Schüch,

genau. Durch den Grundwasserleiter der zur Trinkwassergewinnung genutzt wird, dürfen keine Bohrungen in die tieferen Bodenschichten erfolgen.

Für Fragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Maria Krüger
Bereich Grundwasser / Bodenschutz



Bitte beachten Sie die neue Postanschrift.

Landkreis Ludwigslust-Parchim
FD Umwelt
Postanschrift: **Postfach 160220, 19092 Schwerin**
Büroanschrift: Garnisonsstraße 1, 19288 Ludwigslust
Tel: 03871/7226871
Fax: 03871/722 77 6871
E-Mail: maria.krueger@kreis-lup.de
Landkreis LUP im Internet (<https://sis-schwerin.de/externer-link/?href=http://www.kreis-lup.de/>)
Service im Internet (<https://sis-schwerin.de/externer-link/?href=http://www.kreis-lup.de/buergerservice-verwaltung/zustaendigkeiten/service-im-web/>)

Diese Mitteilung ist nur für den Empfänger bestimmt.
Für den Fall, dass sie von nicht berechtigten Personen empfangen wird, bitten wir diese, die Mitteilung an den Absender zurückzusenden und anschließend die Mitteilung mit allen Anhängen zu löschen.
Der nicht berechtigte Gebrauch und die Verbreitung der Information sind verboten.

This message is intended only for the named recipient and may contain confidential or privileged information.
If you have received it in error, please advise the sender by return e-mail and delete this message and any attachments.
Any unauthorized use or dissemination of this information is strictly prohibited.

Von: Schüch, Dr. Andrea <Andrea.Schuech@lgm.de>
Gesendet: Montag, 4. April 2022 09:59

1

An: Krüger, Maria <Maria.Krueger@kreis-lup.de>
Betreff: [URL wurde verändert] RE: BP 210033 - Anfrage zu Sonden

Externe E-Mail! Öffnen Sie nur Links oder Anhänge von vertrauenswürdigen Absendern!

Sehr geehrte Frau Krüger,
herzlichen Dank für Ihre Rückmeldung. Demzufolge sind Sonden, die eine tiefere Bohrung erfordern nicht möglich.
Richtig?

Mit freundlichen Grüßen,
Andrea Schüch

Gesendet über BlackBerry Work (<https://www.sis-schwerin.de/externer-link/?href=www.blackberry.com>)

Mit freundlichen Grüßen

I. A. Dr. Andrea Schüch
Erneuerbare Energien

T +49 (3866) 404 -277
M +49 (173) 62 92 226

Andrea.Schuech@lgm.de

Landgesellschaft Mecklenburg-Vorpommern mbH
Lindenallee 2a
19067 Leezen
<https://www.sis-schwerin.de/externer-link/?href=www.lgm.de>



Aufsichtsratsvorsitzender: Dr. Till Backhaus, Minister für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern
Geschäftsführung: Daniela Degen-Leske (Ass. Jur.), Volker Bruns (Diplomagraringenieur)
Sitz der Gesellschaft: Leezen · AG Schwerin · HRB 944 · St.Nr. 090/126/00019

Datenschutzhinweis Wir verarbeiten Daten ausschließlich auf Grundlage der gesetzlichen Bestimmungen (Verordnung (EU) 2016/679 (Datenschutz-Grundverordnung)). Wir weisen darauf hin, dass, wenn Sie per E-Mail-Kontakt mit uns aufnehmen, Ihre angegebenen Daten zwecks Bearbeitung der Anfrage und für den Fall von Anschlussfragen nach den gesetzlich vorgegebenen Vorschriften gespeichert werden. Diese Daten geben wir nicht ohne Ihre Einwilligung weiter. Weitere Informationen bekommen Sie unter <https://www.sis-schwerin.de/externer-link/?href=https://www.lgm.de/datenschutz>.

Von: "Krüger, Maria" <Maria.Krueger@kreis-lup.de>
Gesendet: 01.04.2022 10:20

2

Abbildung A 7: Nachfrage zu Geothermie beim Landkreis (1)

An: "Schüch, Dr. Andrea" <Andrea.Schuech@lgmv.de>
Betreff: BP 210033 - Anfrage zu Sonden

WARNUNG: Diese E-Mail kam von außerhalb der Landgesellschaft M-V. Klicken Sie nicht auf Links und öffnen Sie keine Anhänge, es sei denn, Sie kennen den Absender und wissen, dass der Inhalt sicher ist.

Sehr geehrte Frau Schüch,

Frau Herrmann hat Ihre Anfrage bezüglich der Errichtung/ Nutzung von Erdwärmesonden/Oberflächensonden im B-Plan Gebiet Nr. 15 Leezen, an mich weitergeleitet.
Das B-Plan Gebiet Nr. 15 Leezen, befindet sich in z.T. in der TWSZ III der Wasserfassung Leezen. Dort wäre es möglich, oberflächennahe Sonden zu errichten.

Für Fragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Maria Krüger
Bereich Grundwasser / Bodenschutz



!Achtung: Neue Postanschrift!

Landkreis Ludwigslust-Parchim
FD Natur, Wasser und Boden
Postanschrift: **Postfach 160220, 19092 Schwerin**
Büroanschrift: Garnisonsstraße 1, 19288 Ludwigslust
Tel: 03871/7226871
Fax: 03871/722 77 6871
E-Mail: maria.krueger@kreis-lup.de
Landkreis LUP im Internet (<https://sis-schwerin.de/externer-link/?href=http://www.kreis-lup.de/>)
Service im Internet(<https://sis-schwerin.de/externer-link/?href=http://www.kreis-lup.de/buergerservice-verwaltung/zustaendigkeiten/service-im-web/>)

Diese Mitteilung ist nur für den Empfänger bestimmt.
Für den Fall, dass sie von nicht berechtigten Personen empfangen wird, bitten wir diese, die Mitteilung an den Absender zurückzusenden und anschließend die Mitteilung mit allen Anhängen zu löschen.
Der nicht berechtigte Gebrauch und die Verbreitung der Information sind verboten.

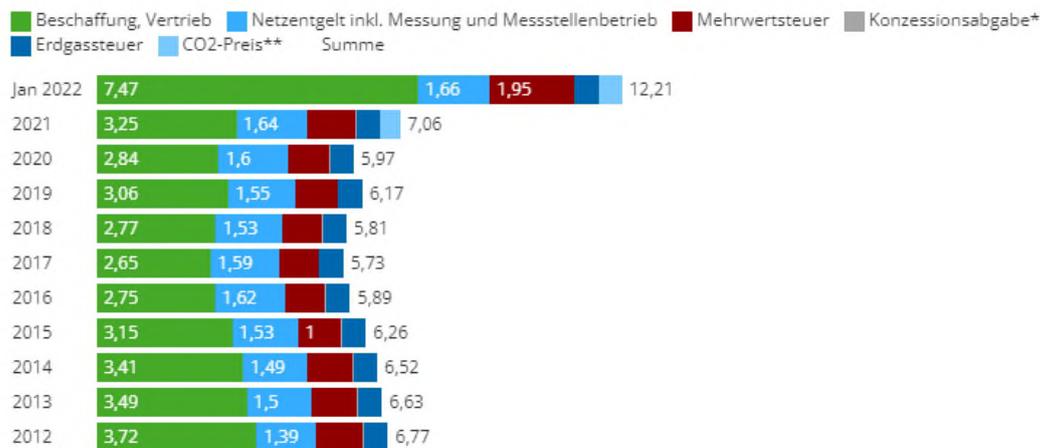
This message is intended only for the named recipient and may contain confidential or privileged information.
If you have received it in error, please advise the sender by return e-mail and delete this message and any attachments.
Any unauthorized use or dissemination of this information is strictly prohibited.

Betrachtet wird die durchschnittliche Preisentwicklung für Heizkunden in Ein- und Mehrfamilienhäusern. Die dargestellten Preise bilden den Durchschnitt der im Markt verfügbaren Tarife für Strom für den jeweiligen Zeitraum ab. Zudem liefert die Analyse zahlreiche Zusatzinformationen zu aktuellen Marktentwicklungen.

Die Dokumente stehen weiter unten zum Download zur Verfügung.

Erdgaspreis für Haushalte (EFH) in ct/kWh

Durchschnittlicher Erdgaspreis für einen Haushalt in ct/kWh, Ein-Familienhaus (EFH), Erdgas-Zentralheizung mit Warmwasserbereitung, jeweils aktuelle Sondervertragskundertarife* im Markt, Jahresverbrauch 20.000 kWh, Grundpreis anteilig enthalten, nicht mengengewichtet ***



* Heizgas-Kunden sind i. d. R. Sondervertragskunden mit geminderter Konzessionsabgabe (0,03 ct/kWh)

** der CO2-Preis bildet die Kosten für den Erwerb von CO2-Emissionshandelszertifikaten gemäß BEHG ab und ist bis Ende 2025 ein gesetzlich festgelegter Festpreis

*** Die dargestellten Preise bilden den Durchschnitt der im Markt verfügbaren Tarife für den jeweiligen Zeitraum ab.

19% MwSt im Jahr 2020

Stand: 01/2022

Quelle: BDEW - Daten - Einbetten - Grafik

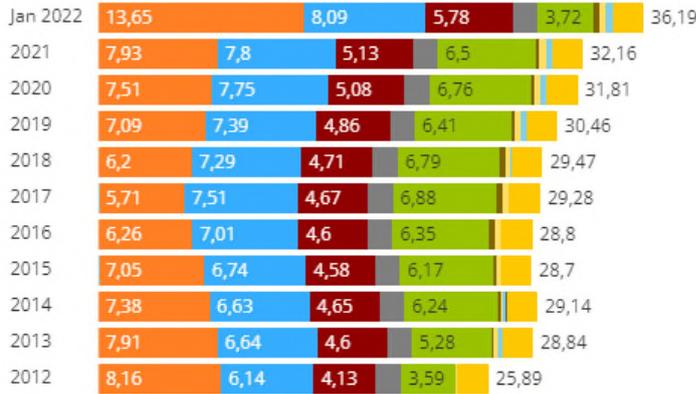
Abbildung A 9: Gaspreisentwicklung für private Haushalte

Strompreis für Haushalte

Durchschnittlicher Strompreis für einen Haushalt in ct/kWh, Jahresverbrauch 3.500 kWh

Grundpreis anteilig enthalten, Tarifprodukte und Grundversorgungstarife inkl. Neukundentarife enthalten, nicht mengengewichtet *

■ Beschaffung, Vertrieb
 ■ Netzentgelt inkl. Messung und Messstellenbetrieb
 ■ Mehrwertsteuer
 ■ Konzessionsabgabe
 ■ EEG-Umlage
 ■ KWK-Aufschlag
 ■ §19 StromNEV-Umlage
 ■ Offshore-Netzzumlage
 ■ Umlage f. abschaltbare Lasten
 ■ Stromsteuer
 Summe



* Die dargestellten Preise bilden den Durchschnitt der im Markt verfügbaren Tarife für den jeweiligen Zeitraum ab.

19% MwSt im Jahr 2020

Stand: 01/2022

Quelle: BDEW - Daten - Einbetten - Grafik



Abbildung A 10: Strompreisentwicklung für private Haushalte