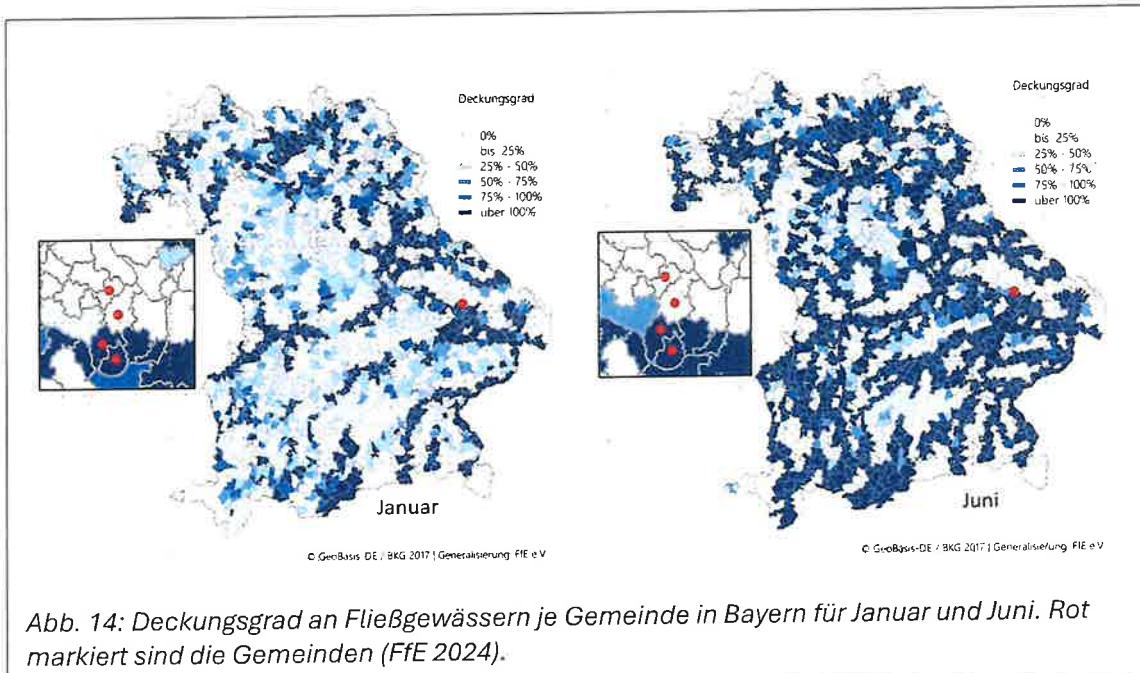


auf den zulässigen Anteil von 25 % ein ausreichendes Wärmebereitstellungspotenzial vorhanden ist. Die Gemeinde Niederwinkling wurde in dieser Betrachtung nicht berücksichtigt, da die Entfernung zur Donau eine wirtschaftliche Nutzung verhindert.



Dementsprechend bieten oberflächennahe Gewässer **in der Gemeinde Mariaposching ein bedeutendes Potenzial**, das in einer Machbarkeitsstudie untersucht werden sollte.

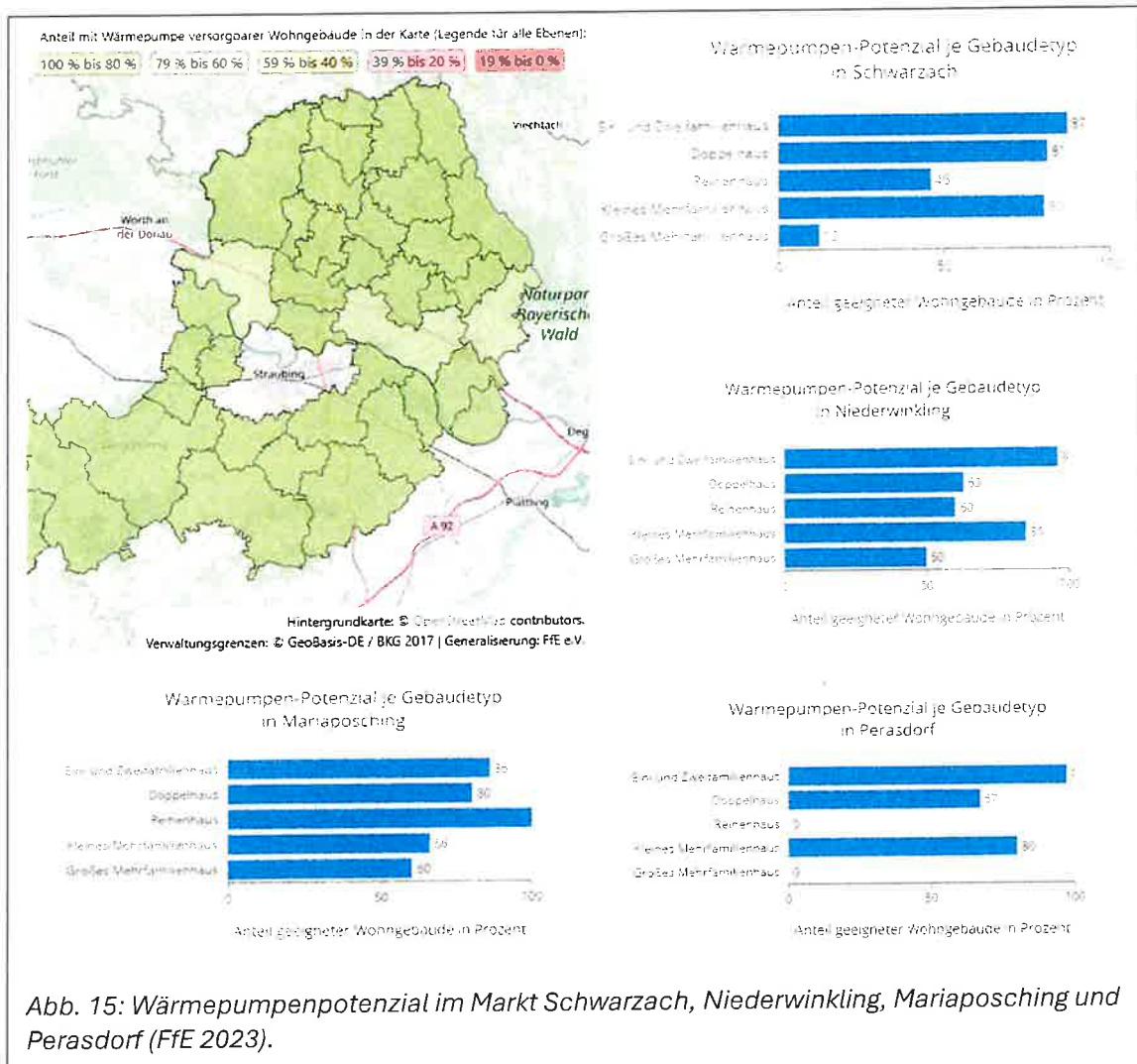
3.1.5. Potenzial für Luftwärme

Luftwärmepumpen sind eine etablierte Technologie zur Nutzung von Umweltwärme, die insbesondere für kleinere Kommunen wie der VGem Schwarzach ein hohes Potenzial zur nachhaltigen Wärmeversorgung bieten. Sie nutzen die in der Außenluft enthaltene thermische Energie, um Gebäude zu beheizen oder mit Warmwasser zu versorgen. Die Umwandlung erfolgt über einen thermodynamischen Kreisprozess, bei dem ein Kältemittel die Umgebungswärme aufnimmt, verdampft und durch Kompression auf ein höheres Temperaturniveau gebracht wird. Diese Wärme kann dann über Heizsysteme im Gebäude genutzt werden.

Ein zentraler Vorteil von Luftwärmepumpen ist ihre hohe Flexibilität und die vergleichsweise einfache Installation – ohne aufwendige Erdarbeiten, wie sie z. B. bei geothermischen Systemen notwendig sind. Dies macht sie sowohl für Bestandsgebäude als auch für Neubaugebiete geeignet. Angesichts der zahlreichen Einfamilien- und kleineren Mehrfamilienhäuser in der VGem Schwarzach stellt diese Option eine sowohl wirtschaftlich sinnvolle als auch realistisch umsetzbare Möglichkeit dar. Laut der Wärmepumpen Ampel der Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) beträgt das Potenzial für Luftwärmepumpen in Perasdorf 86 %, in den anderen Gemeinden noch mehr (Abb. 15). Freistehende Gebäude wie Ein- und Zweifamilienhäuser, sowie Doppelhäuser sind demnach am besten für diese Art der

Wärmegewinnung geeignet, doch auch ein großer Teil der kleineren sowie die Hälfte der größeren Mehrfamilienhäuser könnten mit Luftwärmepumpe beheizt werden.

Da Luftwärmepumpen elektrisch betrieben werden, hängt ihr Beitrag zur Dekarbonisierung entscheidend von der Herkunft des eingesetzten Stroms ab. Im Idealfall wird dieser durch Photovoltaikanlagen auf den eigenen Dächern oder über einen regionalen, grünen Strommix gedeckt. Intelligente Steuerungssysteme ermöglichen es zudem, den Betrieb auf Zeiten mit hoher Stromverfügbarkeit – z. B. bei PV-Einspeisung – und geringen Stromkosten (dynamische Tarife) zu optimieren.



In der Bewertung der Umweltwirkung ist insbesondere hervorzuheben, dass Luftwärmepumpen keine lokalen Emissionen verursachen und keine Brennstoffe benötigen. Sie gelten daher als Schlüsseltechnologie für die Wärmewende im Gebäudesektor. Die Effizienz einer Luftwärmepumpe wird vor allem durch den sogenannten Temperaturhub bestimmt – also die Differenz zwischen Außenlufttemperatur und der gewünschten Vorlauftemperatur im Heizsystem. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) gibt an, wie viel Nutzwärme im Verhältnis zum eingesetzten Strom über ein Jahr bereitgestellt wird und liegt typischerweise bei 3-4.

Durch den zunehmenden Einsatz von Luftwärmepumpen – sowohl im Einzelgebäudebereich als auch in Kombination mit Quartierslösungen oder Nahwärmennetzen – entsteht jedoch zusätzlicher Strombedarf. In Folge der kommunalen Wärmeplanung ist für die VGem Schwarzach zu prüfen, inwieweit das bestehende Stromnetz eine netzverträgliche Integration dezentraler, strombasierter Wärmeerzeugung unterstützen kann. Dies betrifft insbesondere Technologien wie **Wärmepumpen, Heizstäbe und andere stromgeführte Systeme**, deren Einsatz in Zukunft voraussichtlich deutlich zunehmen wird – vor allem in Bestandsgebäuden ohne Anschluss an ein Wärmenetz.

Aufgrund der zunehmenden Elektrifizierung des Wärmesektors ist eine enge Abstimmung mit dem **zuständigen Stromnetzbetreiber** unerlässlich. Dieser muss im weiteren Prozess prüfen, welche zusätzlichen elektrischen Lasten durch den Ausbau strombasierter Wärmeerzeugung entstehen und ob diese durch das vorhandene Netz aufgenommen werden können. Besonders wichtig ist hierbei die Bewertung der gleichzeitigen Nutzung und saisonalen Lastspitzen, etwa im Winter bei erhöhtem Heizbedarf.

Auch die vorhandenen und potenziell auszubauenden Photovoltaikanlagen sind im Kontext der Stromnetzverträglichkeit zu berücksichtigen. Zwar können sie im Sommer zur Entlastung des Netzes beitragen, decken den winterlichen Wärmebedarf jedoch nur bedingt. Daher muss in der Netzplanung berücksichtigt werden, inwieweit PV-Erzeugung und Wärmeerzeugung zeitlich zusammenfallen und welche Speicher- oder Steuerungskonzepte ggf. erforderlich sind.

Die Kopplung von Photovoltaik (PV) und Wärmepumpen ist ein zentraler Baustein für eine nachhaltige und dezentrale Wärmeversorgung. Trotz der saisonalen und tageszeitlichen Unterschiede zwischen der Stromerzeugung der PV-Anlagen (Hoch im Sommer) und dem Strombedarf von Wärmepumpen (Hoch im Winter) besteht dennoch eine grundlegende Überschneidung.

Selbst ohne den Einsatz von Batteriespeichern oder intelligenten Steuerungssystemen kann im Durchschnitt 20 bis 33 Prozent des jährlichen Strombedarfs für Heizung und Haushalt direkt durch selbst erzeugten PV-Strom gedeckt werden.

Mit technologischen Weiterentwicklungen wie Stromspeichern und intelligenten Energiemanagementsystemen kann dieser Anteil zudem signifikant auf über 50 Prozent gesteigert werden, was die Effizienz und Wirtschaftlichkeit dieser Kombination weiter erhöht.

Die Stromnetzprüfung sollte daher nicht isoliert, sondern integrativ unter Berücksichtigung des geplanten Anteils stromgeführter Wärmetechnologien erfolgen. Nur so kann sichergestellt werden, dass die angestrebte Dekarbonisierung der Wärmeversorgung nicht zu lokalen Netzengpässen führt und wirtschaftlich sowie technisch tragfähig umgesetzt werden kann.

Insgesamt bietet der Einsatz von Luftwärmepumpen in der VGem Schwarzach eine realistische und technisch bewährte Option zur Reduktion fossiler Heizsysteme – insbesondere in Kombination mit Energieeffizienzmaßnahmen und dem Ausbau regenerativer Stromerzeugung.

3.1.6. Potenzial aus Biomasse und Biogas

Biomasse und Biogas zählen zu den vielseitigsten erneuerbaren Energiequellen und können in der VGem Schwarzach einen wertvollen Beitrag zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung leisten. Ihr Einsatz ist sowohl im kleinmaßstäblichen Bereich (z. B. Einzelheizungen) als auch in zentralen Wärmeerzeugungssystemen möglich und besonders für grundlastfähige Versorgungskonzepte geeignet.

Biomasse

Zur energetischen Nutzung von Biomasse werden hauptsächlich drei Quellen unterschieden:

- **Wald- und Landschaftspflegeholz**, einschließlich Rest- und Abfallholz,
- **landwirtschaftliche Biomasse**, etwa aus Kurzumtriebsplantagen oder Ernterückständen,
- **biogene Abfälle**, wie Grüngut oder Altholz aus Haushalten und Gewerbebetrieben.

In Tab. 4 sind die Energiepotenziale und entsprechenden jährlichen Wärmeerträge für unterschiedliche Holzarten aufgeführt. Diese entsprechen einem theoretischen Potenzial, welches von der Nutzung aller Ressourcen dieser Art ausgeht. Aus den Potenzialen des Energieatlas Bayern wurden mittels eines Wirkungsgrades von 76%, welcher einem typischen Biomasseheizwerk entspricht, die jährlichen Wärmeerträge berechnet (Prognos AG; ifeu; IER 2024).

Sowohl für feste Biomasse als auch Biogas sollte wenn möglich eine Nutzung von Abfallprodukten (wie Bioabfälle, Holzabfälle, Gülle, etc.) der Nutzung von frisch geernteten Holz- und Landwirtschaftsprodukten vorgezogen werden, um sowohl negative ökologische Beeinträchtigungen als auch Landnutzungskonflikte zu vermeiden.

Tab. 4: Energiepotenziale und jährliche Wärmeerträge unterschiedlicher Holzarten der VGem Schwarzach (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2025) (S = Schwarzach, P = Perasdorf, NW = Niederwinkling, M = Mariaposching)

Art der Biomasse	Energiepotenzial GJ/Jahr	Energiepotenzial MWh/Jahr (gerundet)
Waldderholz	46.300 (S)	12.861 (S)
	35.800 (P)	9.944 (P)
	8.000 (NW)	2.222 (NW)
	6.200 (M)	1.722 (M)
Σ Waldderholz	96.300	26.749
Flur- und Siedlungsholz	9.100 (S)	2.527 (S)
	5.300 (P)	1.472 (P)
	3.300 (NW)	917 (NW)
	4.300 (M)	1.194 (M)
Σ Flur- und Siedlungsholz	22.000	6.110
Kurzumtriebsplantagen	7.810 (S)	2.169 (S)
	8.820 (P)	2.450 (P)

	70 (NW) 70 (M)	19 (NW) 19 (M)
Σ KUP	16.770	4.657
	Gesamt	22.227,72 MWh

Die Nutzung fester Biomasse erfolgt überwiegend in Form von Holzhackschnitzeln, Pellets oder Stückholz in Heizwerken, Nahwärmenetzen oder Einzelanlagen. In der VGem Schwarzach kann insbesondere naturbelassenes Restholz aus der Umgebung zur Deckung lokaler Wärmebedarfe beitragen. Dabei sind Nachhaltigkeitsaspekte zentral: Es sollte nur so viel Holz energetisch genutzt werden, wie nachwächst, um eine Übernutzung der regionalen Wälder zu vermeiden.

Besonders für Anwendungen mit hohem Temperaturbedarf ist die Nutzung fester Biomasse vorteilhaft und bietet durch Lager- und Transportfähigkeit zusätzliche Flexibilität. Ein effizienter Einsatz wird insbesondere dann erreicht, wenn Biomasseanlagen mit Wärmenetzen gekoppelt oder in Kombination mit Wärmespeichern betrieben werden. Das hohe Potenzial an Biomasse in der VGem Schwarzach bildet eine vielversprechende Grundlage für ein oder mehrere Wärmenetze.

Biogas

Biogas entsteht durch die anaerobe Vergärung von organischen Stoffen, vorwiegend in der Landwirtschaft (z. B. aus Gülle, Festmist oder Energiepflanzen) sowie in der Abfallwirtschaft (z. B. aus Bioabfällen und Lebensmittelresten). In Biogasanlagen erzeugtes Rohbiogas kann auf zwei Arten genutzt werden:

- **Direkte Verwertung in Blockheizkraftwerken (BHKW)** zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme, wobei die entstehende Abwärme lokal genutzt werden kann.
- **Aufbereitung zu Biomethan** und Einspeisung ins Erdgasnetz. Dieses kann bilanziell an einem anderen Ort zur Wärmeerzeugung genutzt werden, z. B. in Biomethan-BHKW oder Gasthermen.

Der Einsatz von Biogas ist grundlastfähig und besonders interessant für Orte mit vorhandener Landwirtschaft, entsprechenden Reststoffen und Nähe zu Wärmenetzen oder vorhandenen Gasnetzen, die sich auf Biomethan umstellen lassen wie in Niederwinkling. Auch kleinere Nahwärmesysteme lassen sich effizient mit Biogasanlagen betreiben, sofern der Wärmeanschluss lokal realisierbar ist. Die Potenziale für Biogas in der VGem Schwarzach aus unterschiedlichen Sektoren lassen sich Tab. 5 entnehmen. Insgesamt liegt das Potenzial bei etwa **43.600 MWh pro Jahr**.

Tab. 5: Potenziale für Biogas aus unterschiedlichen Sektoren in der VGem Schwarzach (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2025)

Gemeinde	Ernte Hauptprodukte (MWh/a)	Erntenebenprodukte (MWh/a)	Organische Abfälle (MWh/a)	Gülle und Festmist (MWh/a)	Gesamt (MWh/a)
Schwarzach	2.445	137	612	5.866	9.060
Perasdorf	1.276	5	160	3.093	4.534
Niederwinkling	5.675	8.010	576	3.146	17.406
Mariaposching	2.718	8.229	317	1.340	12.611

In der VGem Schwarzach gibt es drei Biomasseanlage, die Wärmenetze in Niederwinkling, Schwarzach und Perasdorf versorgen. Daneben ist eine Biogasanlage vorhanden, die Strom erzeugt. Es sollte geprüft werden, ob bestehende landwirtschaftliche Betriebe oder Reststoffquellen das Potenzial bieten, weitere Anlagen wirtschaftlich zu betreiben und die Wärme in ein Netz einzuspeisen. Insgesamt ist **Biomasse ein vielversprechender und potenzialreicher Wärmelieferant in der Gemeinde, der begrenzt verfügbar, aber nachwachsend ist.**

3.1.7. Potenzial für Wasserstoff

Wasserstoff gilt als vielversprechender Energieträger der Zukunft für Industrie, Mobilität und Anwendungen mit hohen Temperaturanforderungen. Für den kommunalen Wärmesektor und die dezentrale Gebäudebeheizung spielen Wasserstofftechnologien jedoch aktuell nur eine untergeordnete Rolle.

Grüner Wasserstoff, der durch Elektrolyse mit erneuerbarem Strom erzeugt wird, steht derzeit nur in begrenzten Mengen zur Verfügung. Die Herstellung ist energieintensiv und kostenaufwendig. Im Vergleich zu effizienteren Wärmeerzeugungstechnologien – wie etwa Wärmepumpen – weist der Einsatz von Wasserstoff im Gebäudebereich deutliche Wirkungsgradnachteile auf. Je nach System sind für die Bereitstellung einer Kilowattstunde Raumwärme mit Wasserstoff fünf- bis achtmal mehr Strom erforderlich als für eine Wärmepumpe (Gerhard, et al. 2020).

Die nationale Wasserstoffstrategie sieht den Einsatz von Wasserstoff priorität in Bereichen vor, in denen keine alternativen Technologien zur Verfügung stehen – etwa in der Stahlindustrie, der chemischen Industrie oder im Schwerlastverkehr. Für den Gebäudesektor wird die Wasserstoffnutzung derzeit nicht als wirtschaftlich oder ökologisch sinnvoll eingeschätzt.

Infrastrukturell bestehen aktuell Voraussetzungen für einen Wasserstoffeinsatz in Niederwinkling. Es existiert ein Gasnetz, welches nach Aussage von Bayernwerk auf Wasserstoff umgestellt werden könnte. Ebenso sind jedoch keine lokalen Elektrolyseanlagen oder industriellen Großverbraucher mit spezifischem Wasserstoffbedarf vorhanden. Die Versorgungssicherheit hat für Bayernwerk oberste Priorität, weshalb eine Stilllegung des Gasnetzes nicht vorgesehen ist. Vielmehr wird derzeit erprobt, inwieweit Biomethan als Ersatz und Ergänzung eingesetzt werden kann. Jedoch ist dies mit Vorsicht zu betonen da so gut wie der ganze Kernort einen Wärmenetzausbauplan bis 2026 besitzt und sich gerade in Umsetzung befindet.

Vor diesem Hintergrund wird Wasserstoff in der Wärmeplanung Niederwinkling zwar berücksichtigt, spielt jedoch nur eine untergeordnete Rolle. Im Rahmen der Fortschreibung des Wärmeplans sollte die Wasserstoffoption jedoch wieder geprüft und mögliche Änderungen mit aufgenommen werden.

3.1.8. Potenziale zur Nutzung von Abwasserwärme

Die Nutzung von Abwasserwärme stellt eine vielversprechende Möglichkeit dar, erneuerbare Energiequellen direkt aus der bestehenden Infrastruktur zu erschließen. Abwasser enthält ganzjährig nutzbare thermische Energie, die vor allem aus Haushalts-, Gewerbe- und Industrieprozessen stammt. Diese Wärme bleibt bislang in vielen Kommunen ungenutzt und wird unkontrolliert an die Umwelt abgegeben – obwohl sie ein hohes Potenzial zur Beheizung von Gebäuden bietet. Besonders im Winter bietet sich Abwasserwärme deshalb als zuverlässige Grundlastquelle an, da die Temperaturen im Vergleich zur Außenluft stabil bleiben und oberhalb der Frostgrenze liegen.

Die Technologie basiert in der Regel auf dem Einsatz von Wärmetauschern, die entweder in Kanäle eingebaut oder an Kläranlagenausläufen installiert werden. Über diese Systeme kann die thermische Energie aus dem Abwasser auf ein Wärmeträgermedium übertragen und anschließend mittels Großwärmepumpen auf ein nutzbares Temperaturniveau gebracht werden.

Für einen effizienten Einsatz der Technik sind bestimmte Voraussetzungen notwendig:

- Es sollte eine **Abwassermenge von mindestens 5.000 Einwohnern** nutzbar sein (insgesamt mehr Einwohner, aber auf zu großer Fläche verteilt) und
- Die Entfernung zwischen Kanalisation und Wärmeabnehmer sollte in bebauten Gebieten **maximal 100 m** und in unbebauten **maximal 300 m** betragen (Ifu 2022).
- Außerdem sollten die Abwasserleitungen über einen Mindestdurchmesser von **800 mm** verfügen,

- und der **Trockenwetterabfluss** sollte mindestens **15 l/s** betragen, um eine wirtschaftliche Wärmerückgewinnung zu ermöglichen (bwp 2009).

In der VGem Schwarzach ist die **Nutzung von Abwasserwärme nicht wirtschaftlich umsetzbar**. Aufgrund der geringen Einwohnerdichte, des zu geringen Trockenwetterabflusses sowie der Lage der Kläranlagen sind die Voraussetzungen für eine wirtschaftliche Nutzung nicht gegeben.

3.1.9. Potenziale zur Nutzung von industrieller und gewerblicher Abwärme

Abwärme entsteht als Nebenprodukt bei industriellen, gewerblichen oder kommunalen Prozessen – etwa in Produktionsanlagen, Rechenzentren, Blockheizkraftwerken oder Kläranlagen. Sie stellt ein wertvolles, bislang häufig ungenutztes Potenzial zur Wärmeerzeugung dar und kann – je nach Temperaturniveau und räumlicher Lage – in die Wärmeversorgung integriert werden.

Für eine wirtschaftliche Nutzung ist entscheidend, dass die Abwärmequelle ausreichend hohe Temperaturen, ein konstantes Betriebsprofil und eine gewisse räumliche Nähe zu Wärmesenken aufweist. Zudem spielen chemische Eigenschaften des Abwärmestroms sowie die Möglichkeit zur Bündelung mehrerer Quellen eine Rolle. Wo die Abwärmtemperatur nicht direkt nutzbar ist, kann sie durch Wärmepumpen auf das erforderliche Niveau angehoben werden. Die Verteilung kann über Nahwärmenetze erfolgen oder direkt auf dem Betriebsgelände zur Wärmerückgewinnung eingesetzt werden.

Die Nutzung industrieller Abwärme ist besonders effizient, wenn sie direkt am Entstehungsort verwendet wird, etwa zur Vorerwärmung von Produktionsprozessen oder zur Beheizung von Gebäuden. Rechenzentren bieten ebenfalls potenzielle Wärmequellen, sofern sie in der Nähe geeigneter Abnehmer liegen und eine Wärmenutzung vor Ort technisch möglich ist. Auch KWK-Anlagen (Kraft-Wärme-Kopplung), wie sie in Kläranlagen oder Biomasseheizwerken vorkommen, können relevante Abwärmemengen bereitstellen.

Soweit verwertbar, verwenden die meisten Betriebe ihre Abwärme bei internen Prozessen selbst. An der großflächigen Nutzung z.B. in Form von Einspeisung in ein Netz besteht daher kein Interesse. **Deshalb wird das Potenzial hier im Vergleich zu anderen Energieträgern als gering eingestuft**. Dieser Punkt kann in der Fortschreibung der Wärmeplanung jedoch erneut geprüft werden – insbesondere, wenn sich neue Betriebe ansiedeln oder bestehende ihre Prozesse umstellen.

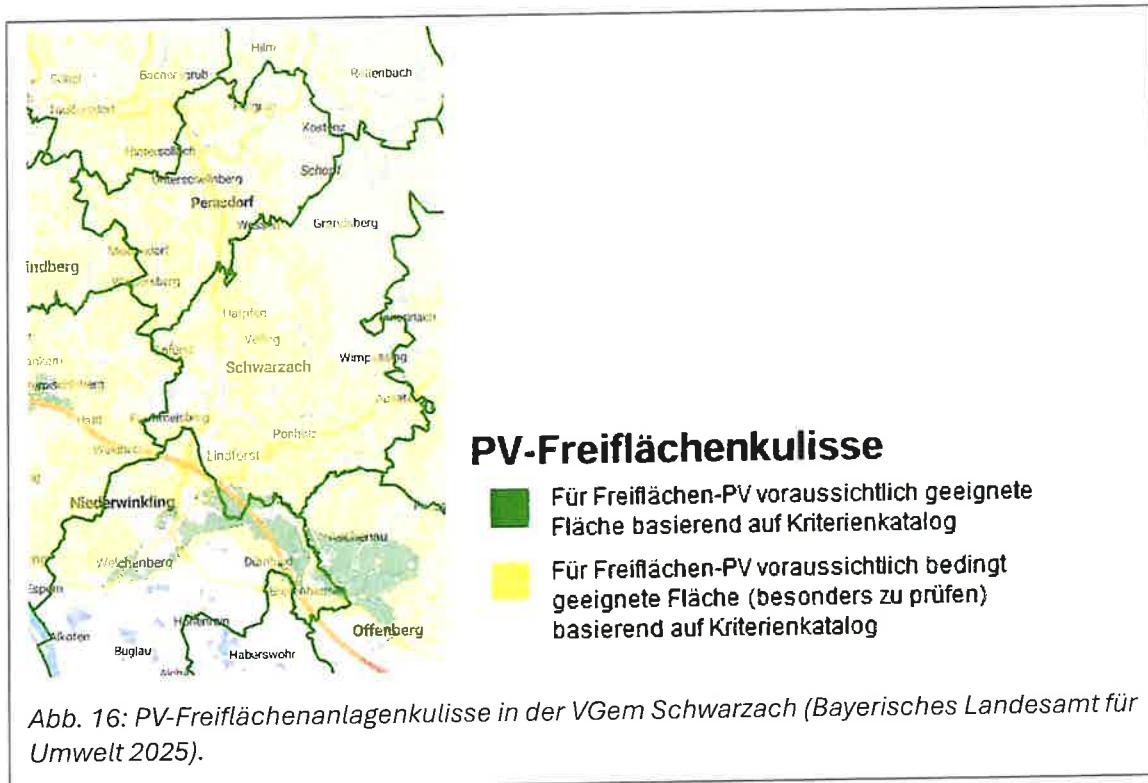
3.1.10. Potenziale für Strom aus Photovoltaik und Wind

In der Energiewende spielt die Kopplung von erneuerbarem Strom mit der Wärmeerzeugung eine entscheidende Rolle. Besonders durch den vermehrten Einsatz von Wärmepumpen, die in Zukunft eine der wichtigsten dezentralen Heizarten darstellen könnten, muss die Versorgung mit grünem Strom sichergestellt werden. Photovoltaik (PV)-Anlagen können in Freiflächenanlagen und Gebäudeanlagen unterteilt werden.

PV – Freiflächen

Freiflächenanlagen können ebenso wie freistehende Solarthermieanlagen (s. Kapitel 3.1.1) auf ungenutzten Brach- oder Industrieflächen, sowie in Kombination mit landwirtschaftlicher Nutzung (Agri-PV) installiert werden. Sie erzeugen großflächig hohe Erträge und werden direkt in Richtung maximaler Sonneneinstrahlung ausgerichtet. Im Gegensatz zu Solarthermieanlagen können PV-Anlagen in größerem Abstand zu Siedlungsflächen liegen, da Strom anders als Wärme effizient und ohne große Verluste über weite Strecken transportiert werden kann.

Auf dem Gebiet der VGem Schwarzach gibt es laut Marktstammdatenregister mehrere Freiflächen-PV-Anlagen (Schwarzach: 2.100 kW_p, Niederwinkling: 23.000 kW_p). Im Bereich Perasdorf ist ein Pilotprojekt zum Thema Kleinst-FFA-PV). Das Potential für Freiflächenanlagen findet sich in Abb. 16.



Auf den verfügbaren Flächen in der VGem Schwarzach beträgt die installierbare Modulfläche in der VGem Schwarzach 94 ha; dies entspricht einer installierbaren **Leistung von 92 MWp sowie einem möglichen jährlichen Stromertrag von 88 GWh** (Lt. Mischpult Energie-Atlas Bayern).

PV – Dachflächen

Gebäudeanlagen werden in der Regel auf Hausdächern oder an Wänden installiert und dienen der direkten Versorgung des jeweiligen Gebäudes. Besonders in Kombination mit Stromspeichern können sowohl freistehende als auch Gebäudeanlagen einen Großteil der Stromversorgung decken, indem an Tagen mit hoher Sonneneinstrahlung überschüssiger Strom gespeichert wird, welcher nachts oder an Tagen mit geringer Strahlung genutzt werden kann. Die Potenziale für die VGem Scharzach sind in Tab. 6 aufgelistet.

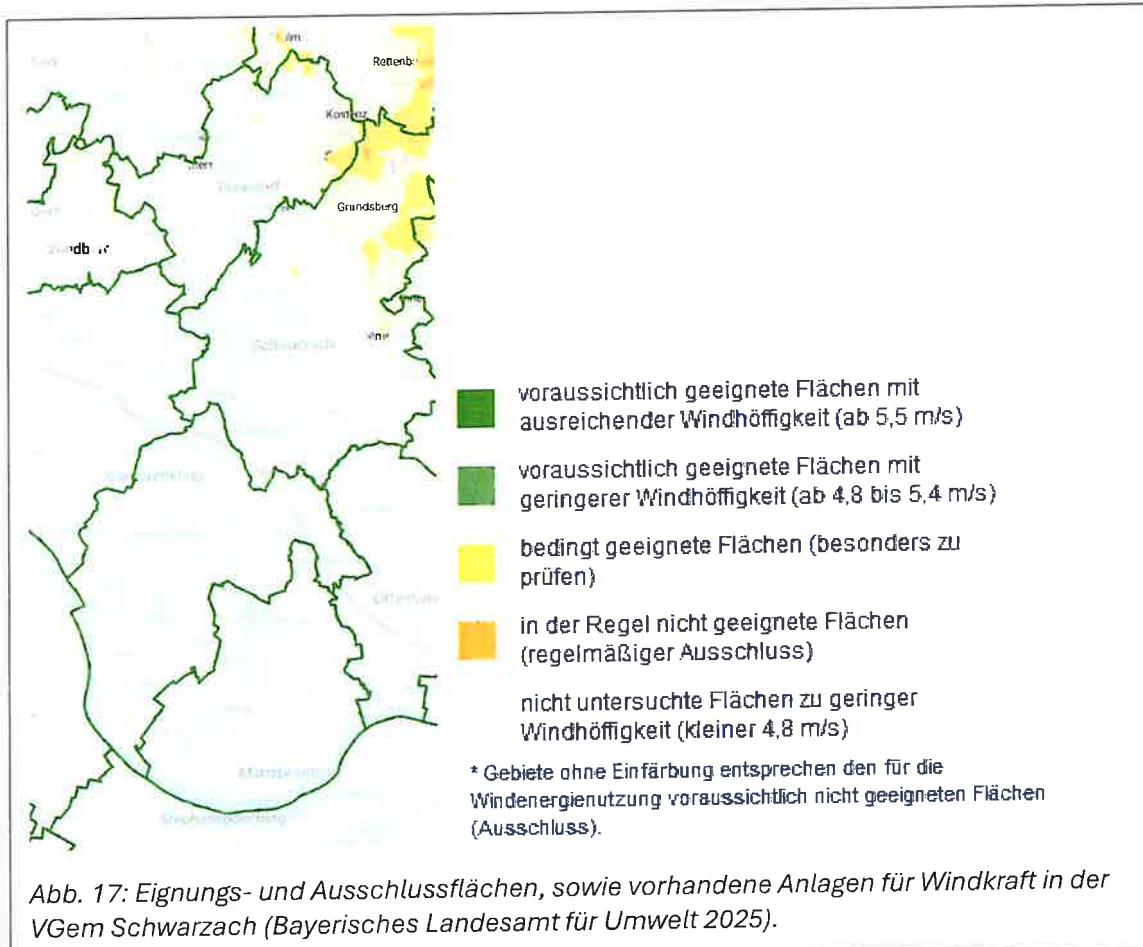
Tab. 6: PV-Potenziale für Dachflächen in der VGem Schwarzach (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2025)

Potenziale	Potenzielle Strommenge MWh	Ausbaugrad in %
PV-Potenzial Schwarzach	25.651	18,0
PV-Potenzial Niederwinkling	29.006	22,8
PV-Potenzial Mariaposching	13.037	24,1
PV-Potenzial Perasdorf	7.356	13,0
Summe	20.393	19,5 %

Laut Energieatlas Bayern beträgt der bisherige Ausbaugrad an Dachflächen-PV in der VGem Schwarzach in Summe über alle Gemeinden knapp 20% (Stand: 31.12.2023). **Das bisher ungenutzte Potenzial addiert sich auf ca. 13.555 MWh.** Mehr als 80% des Dachflächenpotenzials fällt auf Wohngebäude und unbeheizte Gebäude.

Wind

Auch das Windkraftpotenzial ist in der VGem Schwarzach aufgrund der topographischen Gegebenheiten stark eingeschränkt. Es gibt Eignungsgebiete im Bereich des Hirschenstein, doch der Großteil dieser Flächen ist lediglich bedingt geeignet und einer gesonderten Prüfung zu unterziehen (Abb. 17). Weite Bereiche des Gemeindegebiets müssen sogar ganz ausgeschlossen werden, da die Windhöufigkeit dort zu gering ist. Die VGem ist nach dem Regionalplan Donau-Wald als Ausschlussgebiet für Windkraftanlagen eingeteilt. Sollte Interesse an dem Bau einer Windkraftanlage bestehen, wäre dies zwar möglich, würde aber mit besonderen Hürden in der Planung und Umsetzung einhergehen.



In der VGem Schwarzach ist die Nutzung von Windkraft nach den vorliegenden Planungsgrundlagen und Standortdaten zur Windhöufigkeit und zum möglichen Windertrag sowie unter Berücksichtigung der aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen in Bayern **weder wirtschaftlich noch realistisch zu erwarten**.

4. Zielszenario und Eignungsgebiete

Das Zielszenario definiert, wie die kommunale Wärmeversorgung im Zieljahr 2045 aussehen soll. Laut § 1 WPG ist das Ziel des Gesetzes, einen wesentlichen Beitrag für eine kosteneffiziente, nachhaltige, sparsame, bezahlbare, resiliente sowie treibhausgasneutrale Wärmeversorgung bis spätestens zum Jahr 2045 beizutragen und Endenergieeinsparungen zu leisten.

4.1. Ausweisung von Wärmenetzgebieten

Ein zentrales Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist die sinnvolle räumliche Einteilung des Gemeindegebiets in geeignete Versorgungsformen. Dabei wird auf Basis der Bestands- und Potenzialanalyse bewertet, ob Gebiete grundsätzlich für eine zentrale, leitungsgebundene Wärmeversorgung (Nahwärmesysteme) geeignet sind oder ob dezentrale Einzelversorgungen vorzuziehen sind.

Wärmenetze gelten als Schlüsseltechnologie für die Wärmewende, da sie den effizienten Transport von erneuerbarer Wärme – etwa aus Biomasse, Abwärme, Flusswasserwärme oder Solarthermie – ermöglichen. Sie sind jedoch mit hohen Investitions- und Erschließungskosten verbunden und daher nur in bestimmten räumlichen und wirtschaftlichen Kontexten sinnvoll umsetzbar. Die Ausweisung von Eignungsgebieten für Wärmenetze erfolgte deshalb basierend auf den im Leitfaden Wärmeplanung des BMWK und BMWSB aufgelisteten Kriterien. Die genutzten Indikatoren sind

- die **Wärmeliniendichte**,
- das Vorhandensein sowie das Interesse potenzieller **Ankerkunden**,
- der voraussichtliche **Anschlussgrad** an das geplante Netz,
- **bestehende Wärmenetze** im Planungsgebiet oder in unmittelbarer Nähe,
- das **Potenzial** für erneuerbare Energien oder Abwärme und
- die zu erwartenden **Investitions- bzw. Erschließungskosten**.

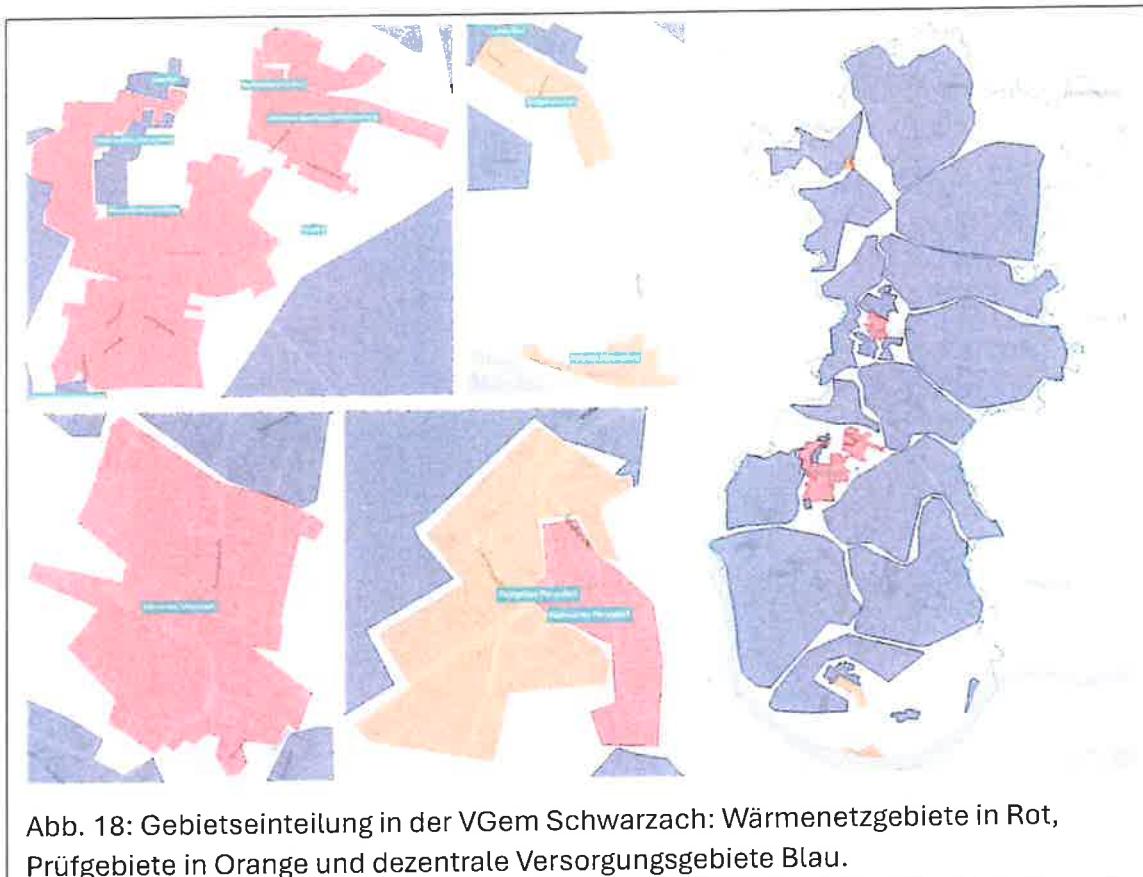
Eine detaillierte Bewertung dieser Faktoren ist in den folgenden Kapiteln ausgeführt. Anschließend werden die Flächen in verschiedene Versorgungskategorien eingeteilt:

- **Eignungsgebiete für Wärmenetze (rot):**
Bereiche, in denen eine zentrale Wärmeversorgung technisch und wirtschaftlich als grundsätzlich umsetzbar gilt. Hier wird empfohlen, weiterführende Machbarkeitsstudien zu veranlassen.
- **Gebiete für dezentrale Versorgung (blau):**
Zonen, in denen die Wärmeversorgung aus heutiger Sicht vorzugsweise dezentral und gebäudeindividuell erfolgen sollte – etwa mit Wärmepumpen, Biomasse oder anderen Einzellösungen.

- **Prüfgebiete (orange):**

Teilräume mit besonderen Bedingungen oder laufenden Untersuchungen (z. B. Biogasnutzung, Abwärmequellen, Rechenzentren), bei denen noch keine abschließende Bewertung möglich ist.

In Abb. 18 ist die Gebietseinteilung räumlich verortet. Dezentrale Versorgungsgenbiete sind blau eingefärbt, während die Eignungsgebiete rot und Prüfgebiete orange gekennzeichnet sind.



Diese räumliche Einteilung stellt **keine unmittelbare Umsetzungsverpflichtung** dar und trifft keine verbindlichen Ausbauentscheidungen, sondern dient als strategische Grundlage für die künftige Wärmeinfrastrukturentwicklung.

Die eigentliche Detailplanung (Netzlayout, Trassen, Technik, Wirtschaftlichkeitsrechnung) erfolgt in nachgelagerten Planungsschritten, z. B. durch Machbarkeitsstudien oder Projektentwicklung.

4.1.1. Eignungsgebiet 1: Nahwärme Niederwinkling

Niederwinkling hat bereits ein Nahwärmenetz, das verschiedene kommunale Einrichtungen, Privathäuser und Gewerbe mit Wärme aus erneuerbaren Energien versorgt. Das Nahwärmenetz im Ortskern wird aktuell ausgebaut und Nachverdichtung des Netzes im finalen Ausbauzustand soll vorangetrieben werden.

Alle Eignungsfaktoren und deren Einschätzung sind in Tab. 7 aufgelistet. **Gesamtbewertung:** Aufgrund der hohen Wärmeliniendichte, der Vielzahl an Ankerkunden und des vorhandenen Wärmenetzes und bestehenden Ausbauplans bis 2026 wird die Eignung des Gebiets für den Ausbau des Wärmenetzes insgesamt als hoch eingeschätzt.

Tab. 7: Kriterien für die Einteilung in Wärmenetzgebiete im Ortskern Niederwinkling nach Wärmegestehungskosten

Indikator	Eignung	Bemerkungen
Wärmeliniendichte	hoch	An den großen Straßen >= 2 MWh/m a
Ankerkunden	hoch	Größere Liegenschaften z.B. Schule, Gewerbe, Industrie
Erwarteter Anschlussgrad	hoch	KU nimmt 60% an
Vorhandene Wärmenetze	hoch	Im Zentrum um die Schulstraße und Ausbauplan bis 2026
Potenzielle EE und Abwärme	mittel	keine Abwärme aber Biomasse
Anschaffungs-/Investitionskosten	hoch	hohe Investitionen nötig
Gesamtbewertung	hoch	

4.1.2. Eignungsgebiet 2: Neubau Nahwärme Markt Schwarzach

Die Ankerkunden sind in diesem Bereich des Ortes das Rathaus, Schulen, KiTa, Gewerbe sowie private Wohnhäuser. Das Neubaugebiet Am Klinikfeld soll ebenfalls mit Nahwärme erschlossen werden. Auch unter Annahme von Sanierung und Prozessoptimierung ist der Wärmebedarf in diesem Gebiet 2045 noch als hoch einzuschätzen.

In Schwarzach gibt es bisher kein Wärmenetz, deshalb kommt nur der Neubau eines Netzes in Frage. Die Anschaffungs- und Investitionskosten werden deshalb als hoch eingeschätzt. Eine genaue Berechnung der Kosten für ein Wärmenetz ist abhängig von vielen Einzelfaktoren, von denen die Wärmemenge und die Anschlussrate die wichtigsten sind und kann deshalb nur in einer weiterführenden Machbarkeitsstudie geklärt werden, welche für einen Teilbereich des Eignungsgebietes bereits durchgeführt wurde.

Alle Eignungsfaktoren und deren Einschätzung sind in Tab. 7 aufgelistet. **Gesamtbewertung:** Aufgrund der hohen Wärmeliniendichte und der Vielzahl an Ankerkunden wird die Eignung des Gebiets für den Aufbau eines Wärmenetzes insgesamt als hoch eingeschätzt. Zur weiteren Prüfung der technischen Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Investitionskosten ist jedoch eine detaillierte Machbarkeitsstudie im Nachgang erforderlich.

Tab. 8: Kriterien für die Einteilung in Wärmenetzgebiete im Markt Schwarzach nach Wärmegestehungskosten

Indikator	Eignung	Bemerkungen
Wärmeliniendichte	hoch	$\geq 2 \text{ MWh/m a}$
Ankerkunden	hoch	Größere Liegenschaften z.B. Rathaus, Grund- und Mittelschule, KiTa, Gewerbe
Erwarteter Anschlussgrad	hoch	Interessenbefragung durchgeführt
Vorhandene Wärmenetze	niedrig	kein Wärmenetz vorhanden
Potenzielle EE und Abwärme	mittel	keine Abwärme aber Biomasse
Anschaffungs-/Investitionskosten	hoch	hohe Investitionen nötig
Gesamtbewertung	hoch	

4.1.3. Eignungsgebiet 3: Nachverdichtung Nahwärme Perasdorf

In Perasdorf besteht bereits ein Gebäudenetz. Die Ankerkunden sind das Bürgerhaus sowie die Feuerwehr Perasdorf. Außerdem sind einige Privatgebäude angeschlossen. Der Anschluss des Pfarrheims sowie weiterer Gebäude im nahen Umkreis ist geplant. Die Investitionskosten werden deshalb als niedrig eingeschätzt.

Alle Eignungsfaktoren und deren Einschätzung sind in Tab. 9 aufgelistet. **Gesamtbewertung:** Trotz der niedrigen Wärmeliniendichte wird die Eignung dieses Gebietes als mittel eingestuft, da das Wärmenetz bereits existiert und lediglich Nachverdichtungen angedacht sind.

Tab. 9: Kriterien für die Einteilung in Wärmenetzgebiete in Perasdorf nach Wärmegestehungskosten

Indikator	Eignung	Bemerkungen
Wärmeliniendichte	niedrig	0,5-2 MWh/m a Bürgerhaus, Feuerwehr bereits angeschlossen, Pfarrheim soll angeschlossen werden, sonst Privatgebäude
Ankerkunden	mittel	
Erwarteter Anschlussgrad	hoch	min. 70%
Vorhandene Wärmenetze	hoch	kleines Nahwärmenetz
Potenzielle EE und Abwärme	mittel	keine Abwärme aber Biomasse
Anschaffungs-/Investitionskosten	niedrig	geringe Investition
Gesamtbewertung	mittel	

4.1.4. Eignungsgebiet 4: Gewerbegebiet Schaidweg in Niederwinkling

Das Gewerbegebiet Schaidweg weist aufgrund seiner Struktur und vorhandenen Wärmebedarfe eine hohe Eignung für den Ausbau eines Wärmenetzes auf. Die Wärmeliniendichte liegt über 2 MWh/m·a und wird daher als hoch bewertet. Zudem sind mit Gewerbe- und Industriegebäuden mehrere Ankerkunden vorhanden, die einen hohen Wärmebedarf aufweisen. Der erwartete Anschlussgrad wird mit 60 % angesetzt und ebenfalls als hoch eingeschätzt. Teile eines Wärmenetzes bestehen bereits, sodass auf vorhandene Strukturen aufgebaut werden kann. Als erneuerbare Wärmequelle kommt vorrangig Biomasse in Betracht; industrielle Abwärme steht dagegen nicht zur Verfügung, weshalb die Potenziale in diesem Bereich nur mittel bewertet werden. Auch die Investitionskosten liegen im mittleren Bereich, da zusätzliche Netzerweiterungen erforderlich sind.

Alle Eignungsfaktoren und deren Einschätzung sind in Tab. 10 aufgelistet. **Gesamtbewertung:** Aufgrund der hohen Wärmeliniendichte, der Vielzahl potenzieller Ankerkunden sowie der bereits vorhandenen Netzstrukturen wird die Eignung des Gebiets für die Entwicklung eines Wärmenetzes insgesamt als hoch eingestuft.

Tab. 10: Kriterien für die Einteilung in Wärmenetzgebiete für das Gewerbegebiet Schaidweg in Niederwinkling nach Wärmegegestaltungskosten

Indikator	Eignung	Bemerkungen
Wärmeliniendichte	hoch	> 2 MWh/m a
Ankerkunden	hoch	Wärmebedarf größerer (kommunaler) Liegenschaften: Gewerbe und Industrie
Erwarteter Anschlussgrad	hoch	KU nimmt 60% an
Vorhandene Wärmenetze	hoch	Wärmenetz teilweise vorhanden
Potenziale EE und Abwärme	mittel	keine Abwärme aber Biomasse
Anschaffungs-/Investitionskosten	mittel	mittlere Investitionen nötig
Gesamtbewertung	hoch	

4.1.5. Prüfgebiet 1: Mariaposching

In Mariaposching gibt es nur eine niedrige Wärmeliniendichte sowie keine geeigneten Ankerkunden. Vorteilhaft ist dagegen die Lage unmittelbar an der Donau, welche als stetige und günstige Wärmequelle genutzt werden kann.

Die Anschaffungs- und Investitionskosten werden als hoch eingeschätzt. Eine genaue Berechnung der Kosten für ein Wärmenetz ist abhängig von vielen Einzelfaktoren, von denen die Wärmemenge und die Anschlussrate die wichtigsten sind und kann deshalb nur in einer weiterführenden Machbarkeitsstudie geklärt werden.

Alle Eignungsfaktoren und deren Einschätzung sind in Tab. 11 aufgelistet. **Gesamtbewertung:** Trotz der niedrigen Wärmeliniendichte wird die Eignung dieses Gebietes als mittel eingestuft, da die Donau als Wärmequelle kostengünstig zur Verfügung steht. Zur weiteren Prüfung der technischen Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Investitionskosten ist jedoch eine detaillierte Machbarkeitsstudie im Nachgang erforderlich.

Tab. 11: Kriterien für die Einteilung in Wärmenetzgebiete in Mariaposching nach Wärmegestehungskosten

Indikator	Eignung	Bemerkungen
Wärmeliniendichte	niedrig	zw. 0,5-2 MWh/m a
Ankerkunden	niedrig	keine großen oder mittleren (kommunalen) Liegenschaften im Teilgebiet
Erwarteter Anschlussgrad	hoch	60% angenommen
Vorhandene Wärmenetze	niedrig	kein Wärmenetz vorhanden
Potenzielle EE und Abwärme	hoch	keine Abwärme aber Fluss: Donau
Anschaffungs-/Investitionskosten	hoch	hohe Investitionen nötig
Gesamtbewertung	mittel	

4.1.6. Prüfgebiet 2: Loham

In Loham gibt es aufgrund des Gewerbegebietes Ankerkunden und eine mittlere Wärmeliniendichte. Vorteilhaft ist die relative Nähe zur Donau, welche als stetige und günstige Wärmequelle genutzt werden kann.

Die Anschaffungs- und Investitionskosten werden als hoch eingeschätzt. Eine genaue Berechnung der Kosten für ein Wärmenetz ist abhängig von vielen Einzelfaktoren, von denen die Wärmemenge und die Anschlussrate die wichtigsten sind und kann deshalb nur in einer weiterführenden Machbarkeitsstudie geklärt werden.

Alle Eignungsfaktoren und deren Einschätzung sind in Tab. 12 aufgelistet. **Gesamtbewertung:** Aufgrund der mittleren Wärmeliniendichte und der einzelnen Ankerkunden aber auch aufgrund der hohen notwendigen Investitionen wird die Eignung dieses Prüfgebietes als mittel eingestuft, da die Donau als Wärmequelle kostengünstig zur Verfügung steht. Das Prüfgebiet sollte bei der Aktualisierung der Wärmeplanung 2030 erneut untersucht werden. Zur weiteren Prüfung der technischen Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Investitionskosten ist jedoch eine detaillierte Machbarkeitsstudie im Nachgang erforderlich.

Tab. 12: Kriterien für die Einteilung in Wärmenetzgebiete in Loham nach Wärmegestehungskosten

Indikator	Eignung	Bemerkungen
Wärmeliniendichte	mittel	max. 2 MWh/m a
Ankerkunden	mittel	Wärmebedarf mittlerer (kommunaler) Liegenschaften
Erwarteter Anschlussgrad	hoch	60% angenommen
Vorhandene Wärmenetze	niedrig	kein Wärmenetz vorhanden
Potenzielle EE und Abwärme	hoch	keine Abwärme aber Fluss: Donau
Anschaffungs-/Investitionskosten	hoch	hohe Investitionen nötig
Gesamtbewertung	mittel	

4.1.7. Prüfgebiet 3: Perasdorf

In Perasdorf besteht bereits ein kleines Nahwärmenetz, an das das Bürgerhaus, die Feuerwehr sowie mehrere Privatgebäude angeschlossen sind. Weitere Nachverdichtungen, wie etwa der Anschluss des Pfarrheims oder angrenzender Gebäude, sind vorgesehen. Die Wärmeliniendichte ist mit 0,5–2 MWh/m·a niedrig und auch größere Ankerkunden fehlen im Teilgebiet, weshalb diese Faktoren als gering eingestuft werden. Der erwartete Anschlussgrad wird dagegen hoch bewertet, da nach Einschätzung des Netzbetreibers rund 60 % der Gebäude angeschlossen werden können. Durch das vorhandene Nahwärmenetz bestehen günstige Voraussetzungen für eine Erweiterung. Die erforderlichen Leitungswege sind kurz, die Anzahl der anzuschließenden Gebäude gering, und der Ausbauumfang insgesamt überschaubar, wodurch die Investitionskosten vergleichsweise niedrig ausfallen. Als erneuerbare Wärmequelle steht vorrangig Biomasse zur Verfügung, industrielle Abwärme ist nicht vorhanden, wodurch das Potenzial in diesem Bereich nur mittel eingeschätzt wird.

Gesamtbewertung: Trotz der niedrigen Wärmeliniendichte ergibt sich für Perasdorf eine mittlere Eignung, da das Wärmenetz bereits existiert und lediglich um nahegelegene Gebäude erweitert werden soll.

Tab. 13: Kriterien für die Einteilung in Wärmenetzgebiete in Perasdorf nach Wärmegestehungskosten

Indikator	Eignung	Bemerkungen
Wärmeliniendichte	niedrig	0,5–2 MWh/m a
Ankerkunden	niedrig	keine großen oder mittleren (kommunalen) Liegenschaften im Teilgebiet
Erwarteter Anschlussgrad	hoch	60% angenommen
Vorhandene Wärmenetze	hoch	kleines Nahwärmenetz
Potenzielle EE und Abwärme	mittel	keine Abwärme aber Biomasse
Anschaffungs-/Investitionskosten	niedrig	geringe Investition
Gesamtbewertung	mittel	

4.2. Zielszenario bis 2045

4.2.1. Entwicklung des Wärmebedarfs und der Treibhausgasemissionen

Die Entwicklung des Wärmebedarfs und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen in der VGem Schwarzach bis zum Zieljahr 2045 wurden unter folgenden Annahmen modelliert:

- **Sanierungsquote** von 2 % pro Jahr,
- **Energieeinsparung im Gewerbe** durch Prozessoptimierung von 1 % pro Jahr,
- **Heizungstausch in dezentralen Versorgungsgebieten** zu Biomasse oder Wärmepumpe und
- **Heizungstausch in Wärmenetzgebieten** zu Fernwärme (versorgt mit erneuerbaren Energien).

Die aktuelle Sanierungsquote beträgt in Deutschland etwa 1 %, laut einer Studie der Deutschen Energie-Agentur aus dem Jahr 2021 wäre jedoch eine Quote von 1,7-1,9 % notwendig, um die Klimaziele 2030 zu erreichen (dena 2021). Deshalb wurde für die vereinfachte Berechnung in der Wärmeplanung für die VGem Schwarzach von einer Sanierungsquote von 2 % ausgegangen.

In den Sektoren Gewerbe und Industrie kann zudem durch Prozessoptimierungen und Effizienzgewinne eine Einsparung des Bedarfs erfolgen. Hier wurde von einer konservativeren Annahme einer Einsparung von 1 % pro Jahr ausgegangen, da die technischen Fortschritte schwer abzuschätzen sind und sich je nach Branche unterscheiden.

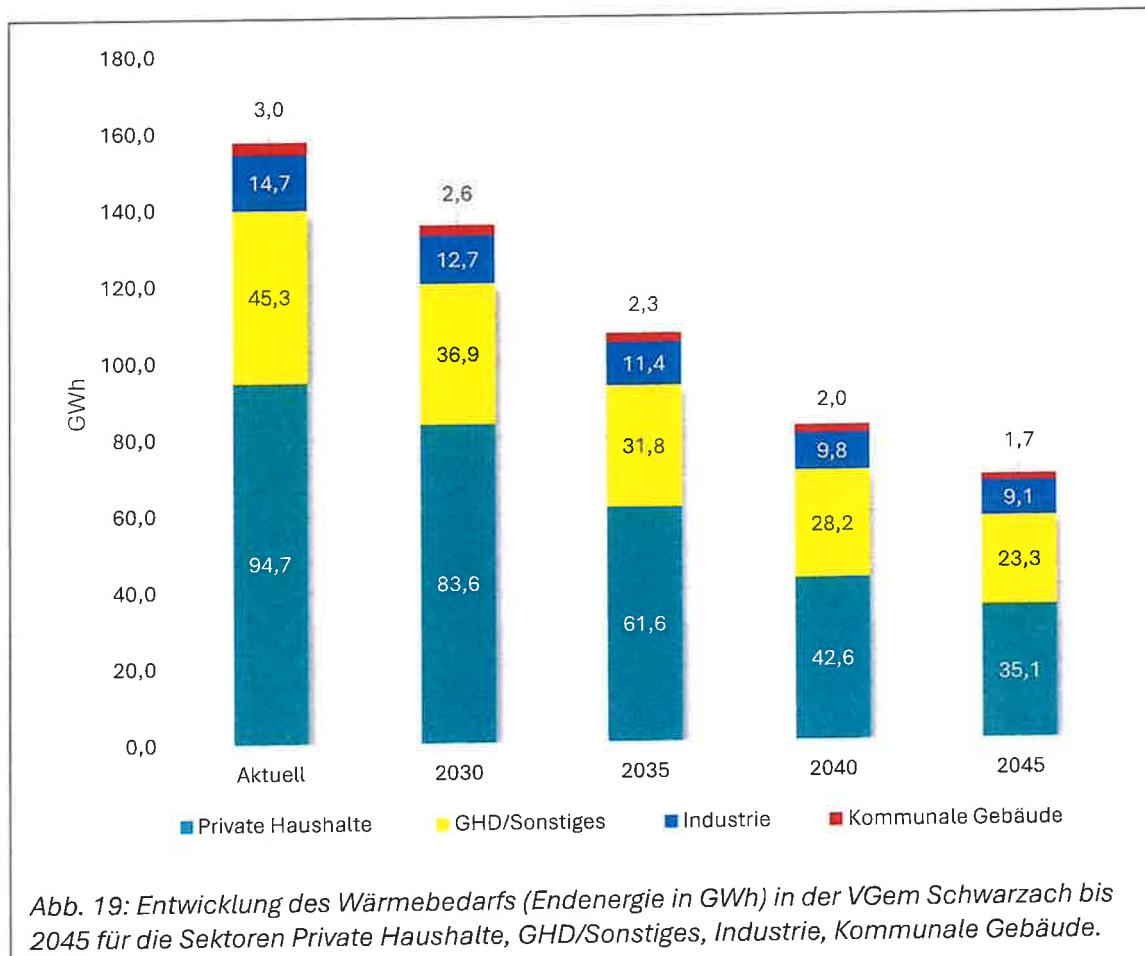
Wärmebedarf

Der gesamte Wärmebedarf in der VGem Schwarzach beträgt aktuell 158 GWh, wovon der Großteil auf private Haushalte (95 GWh) entfällt. Deutlich geringer ist der Wärmeverbrauch in der Industrie (15 GWh) und bei Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (45 GWh). In privaten Haushalten erfolgt die größte Einsparung mittels Sanierung, während in den anderen Sektoren die Prozessoptimierung eine wichtige Rolle spielt. Die möglichen Einsparungen sind in Abb. 19 grafisch dargestellt. Hinzu kommt ein Wechsel der Energieträger und Heizungsarten auf erneuerbare Energien, welcher zusätzlich die Reduktion des Wärmebedarfs verstärkt.

Für Gewerbe und private Haushalte kann somit eine Reduktion um mehr als 60 % bzw. knapp 50% auf 35 GWh bzw. 23 GWh erreicht werden. Die kommunalen Gebäude verbrauchen aktuell nur 3 GWh und ihr Anteil verringert sich bis 2045 um rund 43% auf 1,7 GWh. In der Industrie erfolgt die geringste Energieeinsparung von rund 15 GWh auf ca. 9 GWh, was eine Einsparung von rund 38% ausmacht (Tab. 14).

Ein Teil dieser Einsparungen ist auf den simulierten Wechsel zu erneuerbaren Energieträgern (vor allem Wärmepumpen) zurückzuführen. In den Berechnungen von ENEKA wird z.B. bei Luftwärmepumpen der Anteil der Wärme, welcher aus der Luft gewonnen wird, nicht in die Bilanz miteinberechnet, da dieser „Rohstoff“ quasi immer und unendlich verfügbar ist. Es wird also nur die Menge an für den Betrieb der Wärmepumpe aufgewendeten Strom in den Wärmebedarf miteinberechnet, dieser sinkt folglich stark. Da die Wärmepumpe in den

Szenarien den größten Anteil ausmachen sinkt folglich auch der Wärmebedarf bis 2045 sehr stark.

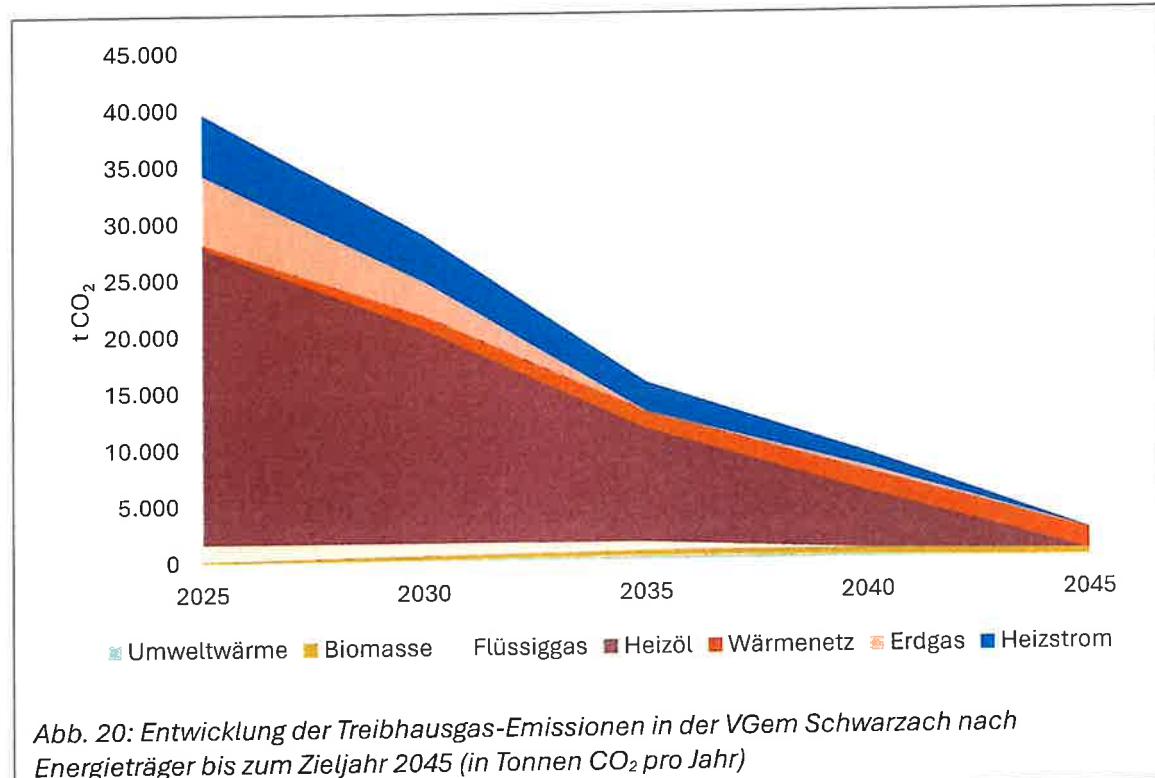


Tab. 14: Entwicklung des Wärmebedarfs (in GWh) in VGem Schwarzach bis 2045 je BISKO-Sektor

BISKO-Sektor	Aktuell	2030	2035	2040	2045
Private Haushalte	94,7	83,6	61,6	42,6	35,1
GHD/Sonstiges	45,3	36,9	31,8	28,2	23,3
Industrie	14,7	12,7	12,7	9,8	9,1
Kommunale Gebäude	3,0	2,6	2,3	2,0	1,7
Gesamt	157,7	135,8	107,1	82,6	69,2

Treibhausgasemissionen

Das Ziel der Senkung des Wärmebedarfs und der Umstellung von fossilen auf erneuerbare Energieträger ist eine Reduktion der CO₂-Emissionen. Neben der Wärmeversorgung soll bis 2045 auch die Stromversorgung aus 100% erneuerbaren Energien erfolgen, wodurch auch strom-basierte Wärmeerzeugung klimaneutral wird. Abb. 20 zeigt die Entwicklung der Emissionen über die Stützjahre 2030, 2035 und 2040 hinweg bis zum Zieljahr 2045.



Die aktuellen Treibhausgasemissionen in der VGem Schwarzach von ca. 40.000 t CO₂ können bis zum Jahr 2045 um ca. 94 % auf 2.400 t reduziert werden (s. Tab. 15). Auch bei einer vollständigen Umstellung auf erneuerbare Energien kann die Treibhausgasbilanz in der Regel nicht auf null gesenkt werden. Der Grund dafür liegt vor allem in den sogenannten Vorkettenemissionen: Schon die Herstellung, der Transport, die Installation und die Wartung von Technologien wie Photovoltaik, Windkraft oder Wärmepumpen verursachen Treibhausgase. Nach aktuellem Technologiestand lassen sich deshalb die Emissionen nicht komplett reduzieren und müssen mit anderen Klimaschutzmaßnahmen – wie etwa Aufforstung, Moorrenaturierung, Humusaufbau in der Landwirtschaft oder technische Verfahren wie CCU/CCS – ausgeglichen werden. Die Landesagentur für Energie und Klimaschutz (LENK) übernimmt dabei die Aufgabe, eine zentrale Kompensationsplattform aufzubauen und geeignete Maßnahmen zu identifizieren und zu vermitteln. Künftige technologische Entwicklungen könnten jedoch dazu führen, dass heute noch unvermeidbare Emissionen langfristig reduziert werden können. Entsprechende Fortschritte sind bei der Fortschreibung des Wärmeplans regelmäßig zu berücksichtigen. Die Treibhausgasemissionen im Ist-Zustand unterscheiden sich leicht von den Angaben in Kapitel 2.40 Ursache dafür ist, dass ENEKA ausschließlich den jeweils

angegebenen Primärenergieträger berücksichtigt. Zusätzliche Heizsysteme, wie etwa ein Kachelofen, können dort nicht erfasst werden, während sie in Kapitel 2.40 einbezogen wurden.

Tab. 15: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in der VGem Schwarzach bis 2045 nach Energieträger (in Tonnen CO₂) aus ENEKA Berechnungen

Energieträger	Ist	2030	2035	2040	2045
Umweltwärme	91	180	393	294	0
Heizstrom	5.360	4.130	2.575	1.305	0
Wärmenetz	270	1.164	1.464	1.722	1.830
Biomasse	90	388	488	574	610
Flüssiggas	1.458	1.107	729	0	0
Heizöl	26.350	18.972	10.106	5.114	0
Erdgas	6.096	3.072	2.736	408	0
Gesamt	39.624	28.833	18.098	9.372	2.440

4.2.2. Entwicklung der Wärmeerzeugungsstruktur

Neben der Bedarfsreduktion ist die Transformation der Wärmeerzeugungsstruktur ein zentrales Element auf dem Weg zur Klimaneutralität der VGem Schwarzach. Derzeit ist die Wärmeversorgung in den Gemeindegebieten noch stark durch den Einsatz fossiler Energieträger (vor allem Heizöl) geprägt. Ziel ist es, diesen Anteil schrittweise durch saubere Technologien zu ersetzen und gleichzeitig die Energieeffizienz im Gebäudebestand signifikant zu verbessern.

Die Entwicklung erfolgt dabei in drei aufeinander abgestimmten Schritten:

1. Kurzfristige Phase (bis 2030): Grundlagen schaffen

- Förderung dezentraler Heizsysteme auf Basis erneuerbarer Energien, insbesondere Wärmepumpen und Biomasseanlagen.
- Einbindung regenerativer Wärmequellen wie Umweltwärme (Luft, Grundwasser), Solarthermie und oberflächennahe Geothermie.
- Erarbeitung von Machbarkeitsstudien für Wärmenetze in identifizierten Eignungsgebieten.

2. Mittelfristige Phase (2030–2040): Strukturwandel beschleunigen

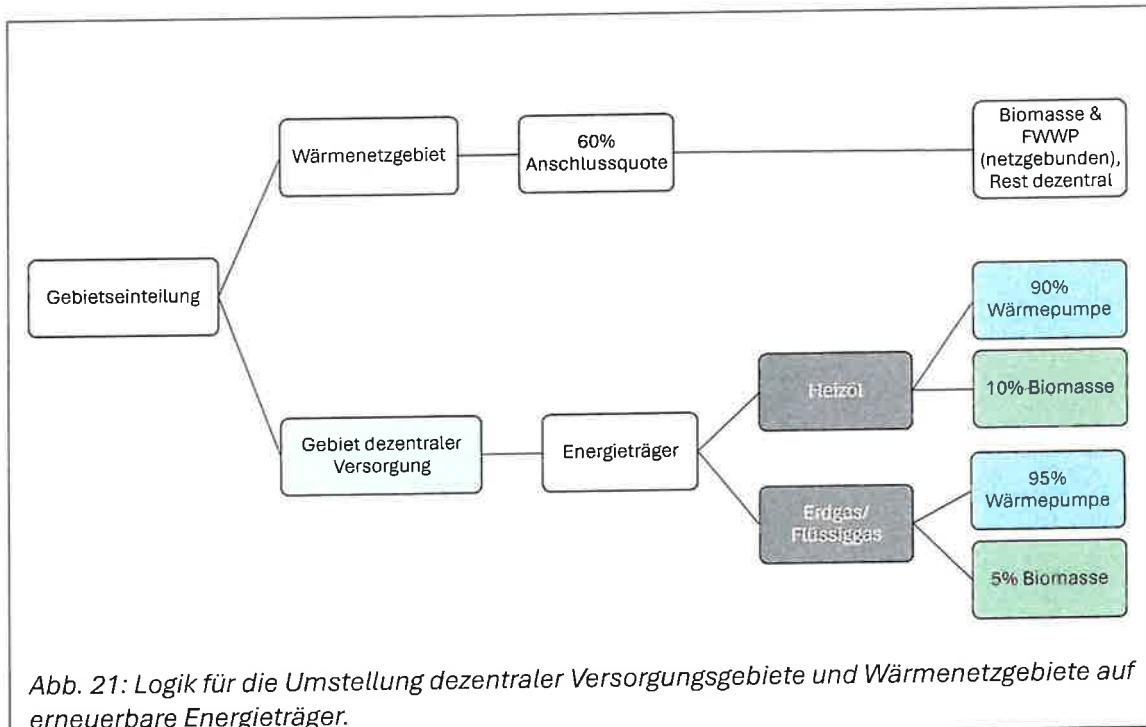
- Erste Pilotprojekte für Nahwärmenetze mit lokalen Erzeugern (z. B. Hackschnitzelanlagen).
- Rückbau fossiler Einzelheizungen durch gezielte Beratungs- und Förderangebote.

- Einführung eines kommunalen Transformationsfahrplans mit klaren Prioritäten für Investitionen und Infrastrukturentwicklung.

3. Langfristige Phase (2040–2045): Vollständige Dekarbonisierung

- Abschluss der Umstellung auf eine 100 % erneuerbare Wärmeerzeugung.
- Versorgung über ein integriertes System aus dezentralen Lösungen (z. B. Wärmepumpen, Biomasseheizungen) und zentralen Netzen mit erneuerbaren Quellen.
- Etablierung einer sicherheits- und resilienzorientierten Versorgungsstruktur, die auch auf volatile Rahmenbedingungen reagieren kann.

Basierend auf den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse wurde für die Wärmeplanung ein Szenario gewählt, welches am wahrscheinlichsten und in der Praxis am ehesten umsetzbar ist. Der Entscheidungsprozess ist grafisch übersichtlich in Abb. 21 dargestellt.

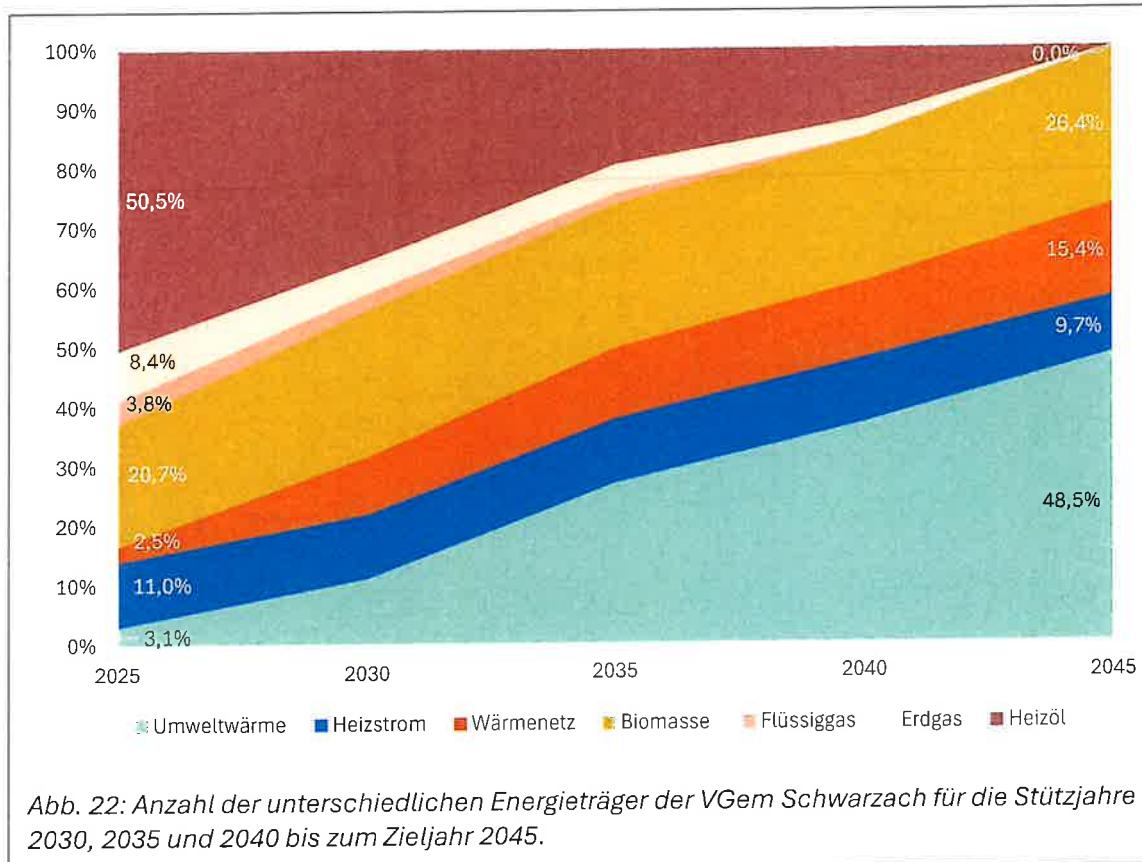


In dezentralen Versorgungsgebieten, die derzeit größtenteils mit Heizöl versorgt werden, ist bei 90% der Gebäude eine Umstellung auf Wärmepumpen vorgesehen und in den restlichen 10% eine Umstellung auf Biomasse. Für dezentrale Erdgas und Flüssiggas Verbraucher wurde für 95% eine Umstellung auf Wärmepumpe und 5% Biomasse vorgesehen.

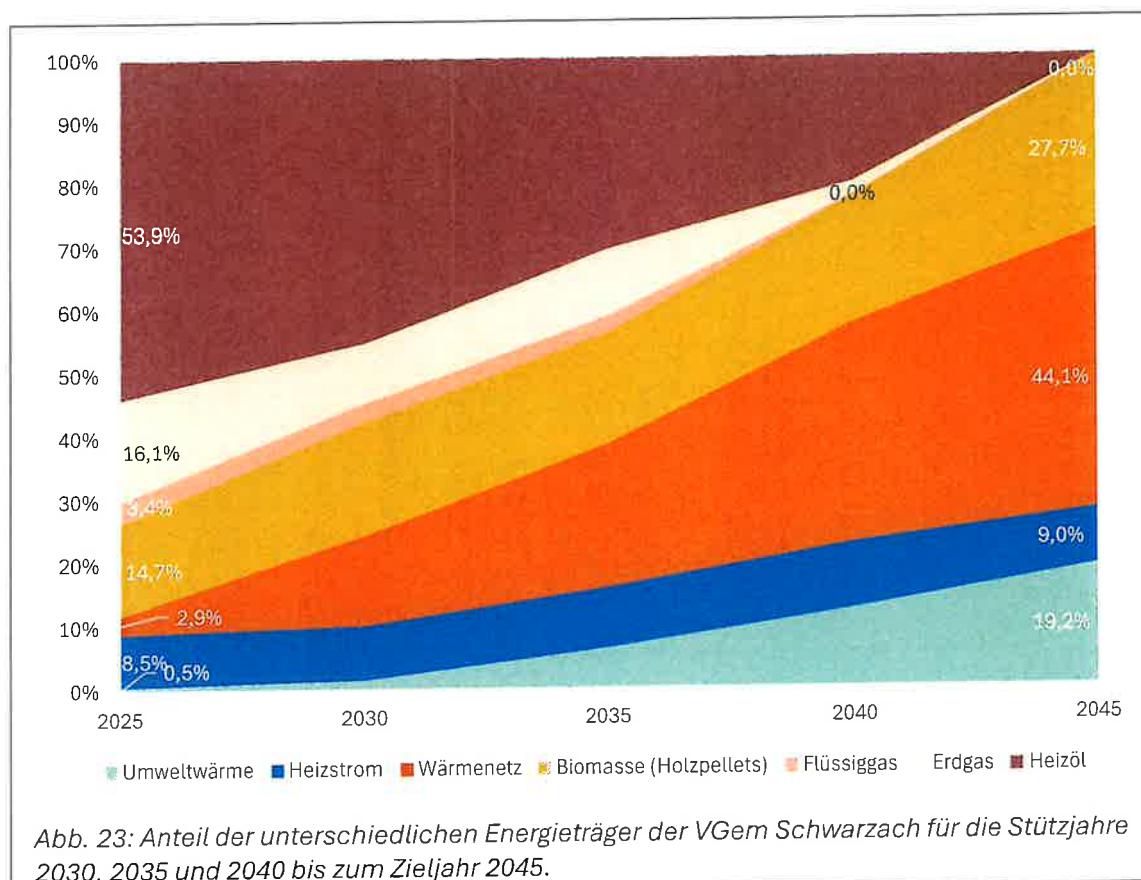
In Wärmennetzgebieten wird größtenteils von einer Anschlussquote von 60% ausgegangen, welche meist mit Wärme aus Biomasse und nur in Ausnahme mit Flusswasserwärme gespeist wird. Der Rest wird dezentral mit Wärmepumpen oder Biomasse versorgt.

Dieses Vorgehen resultiert in der Bilanz, die Abb. 22 zu entnehmen ist. Wie hier zu erkennen, deckt Heizöl aktuell mit 50,5 % die größte Anzahl an Energieträger in der VGem Schwarzenbach.

Diese Anzahl wird im Verlauf bis 2045 auf 0 % reduziert. Der zweite fossile Energieträger Erdgas, welcher aktuell nur eine Anzahl von 8,4 % ausmacht, wird ebenfalls bis 2045 auf 0 % reduziert. Die kleine Anzahl von Flüssiggas (3,8 %), wird bereits bis 2040 auf 0 reduziert. Anstelle der fossilen Energieträger werden in diesem Szenario bis 2045 erneuerbare Wärmeträger wie Umweltwärme (48,5 %), Biomasse (26,4 %), Wärmenetze (mit Biomasse und evtl. mit Flusswasserwärme gespeist, 15,4 %) sowie mit Ökostrom betriebene Stromheizungen (9,7 %) eingesetzt.



Für den Anteil am Wärmebedarf sieht es demnach für die VGem Schwarzach recht ähnlich aus. Die fossilen Energieträger (Heizöl, Erdgas und Flüssiggas) reduzieren sich bis zum Zieljahr auf 0 %. Der Anteil an Biomasse steigt bis zum Zieljahr auf 27,7 % an. Den größten Anteil am Wärmebedarf decken Wärmenetze mit 44,1 %. Strombasierte Energieträger machen insgesamt einen Anteil von 28,2 % (9,0 % durch Stromheizungen und 19,2 % durch Umweltwärmepumpen) am Wärmebedarf der VGem Schwarzach aus. Dieser vergleichsweise geringe Anteil ist jedoch durch die ENEKA-Problematik verzerrt: Bei Umweltwärme – etwa aus Luftwärmepumpen – wird in der Bilanzierung lediglich der eingesetzte Strom berücksichtigt, während die „kostenlos“ aus der Umgebung gewonnene Wärme unberücksichtigt bleibt. Dadurch wird der Wärmebedarf rechnerisch stark reduziert, sodass der tatsächliche Beitrag der Umweltwärme deutlich unterschätzt wird.



4.3. Kostenprognosen für typische Versorgungsfälle in der VGem Schwarzach – Wärmevollkostenvergleich bei Heizungsmodernisierung

Steht die Erneuerung des Heizsystems an, so haben Hauseigentümer in der VGem Schwarzach heute eine große Auswahl an Heizungstechnologien. Die Entscheidung fällt angesichts regulatorischer Vorgaben, steigender Energiepreise und unterschiedlicher technischer Anforderungen jedoch zunehmend schwerer aus. Eine Heizungsmodernisierung ist immer auch eine langfristige Investition, entsprechend sorgfältig sollte sie vorbereitet sein.

Ein zentraler Aspekt bei der Entscheidungsfindung ist die Kostenprognose über die Nutzungsdauer des neuen Systems. Dabei reicht es nicht aus, nur auf die Brennstoffpreise zu blicken oder den Anschaffungspreis zu vergleichen. Für einen aussagekräftigen wirtschaftlichen Vergleich müssen alle relevanten Kostenbestandteile berücksichtigt werden, also Investitions-, Verbrauchs- und Betriebskosten. Eine solche Wärmevollkostenbetrachtung liefert belastbare Grundlagen für individuelle Entscheidungen und für die Bewertung zentraler WärmeverSORGOPTIONEN wie Nahwärmenetze.

Vollkostenvergleich – Beispielhafter Versorgungsfall: Einfamilienhaus

Der folgende Kostenvergleich basiert auf einem typischen unsanierten Einfamilienhaus in der VGem Schwarzach mit 150 m² Wohnfläche, 25.000 kWh Jahreswärmebedarf und 15 kW Heizlast. Das Gebäude wird aktuell mit Heizöl beheizt. Betrachtet werden die jährlichen Vollkosten folgender Heizsysteme:

- Luft/Wasser-Wärmepumpe mit und ohne PV-Unterstützung
- Sole/Wasser-Wärmepumpe
- Pelletkessel mit optionaler Kombination aus Brauchwasser-Wärmepumpe oder PV
- Anschluss an ein biomassebasiertes Nahwärmenetz
- Fossile Alternativen (Öl, Gas) als Referenz

Die Vollkosten setzen sich zusammen aus:

- Kapitalgebundenen Kosten (Investitionen über 20 Jahre)
- Bedarfsgebundenen Kosten (Brennstoffe, Strom, CO₂-Abgaben)
- Betriebsgebundenen Kosten (Wartung, Schornsteinfeger, Grundgebühren)

Zusätzlich berücksichtigt:

- Förderungen gemäß Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
- Preisniveaus für Energie (Stand Januar 2025, inkl. CO₂-Preis)

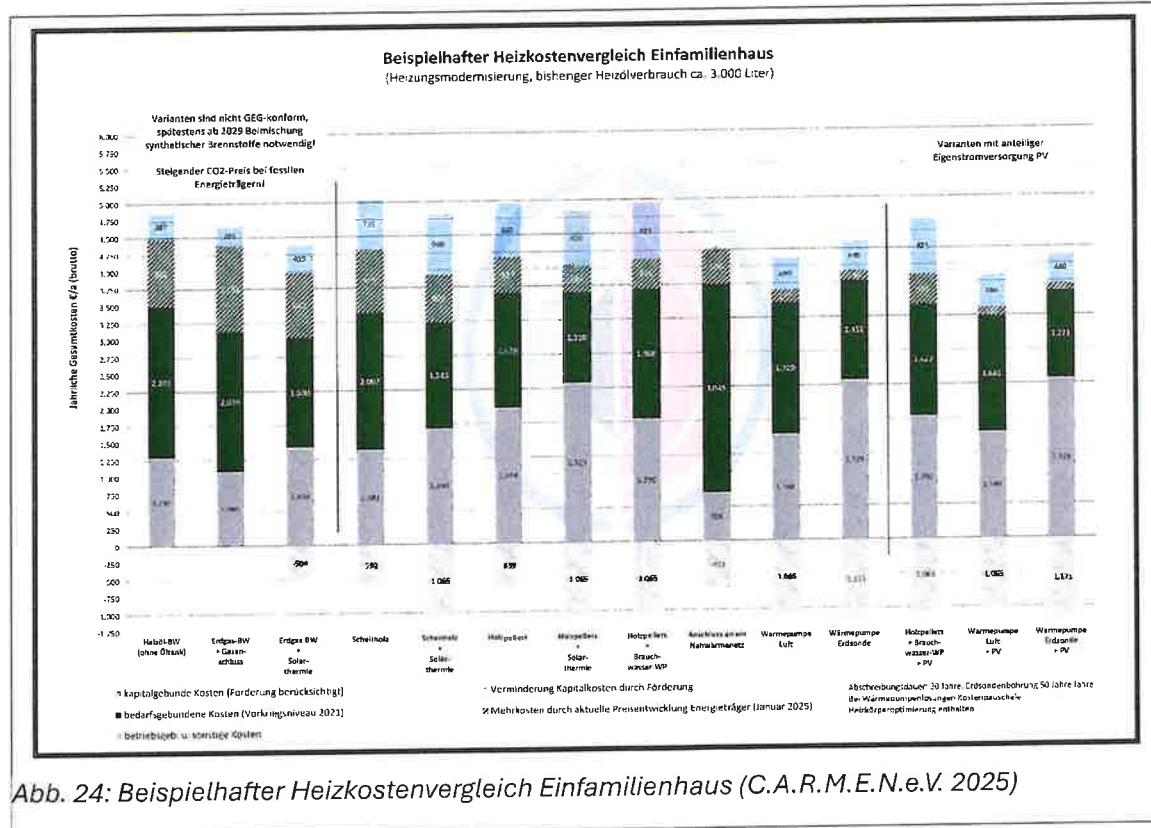


Abb. 24: Beispielhafter Heizkostenvergleich Einfamilienhaus (C.A.R.M.E.N.e.V. 2025)