

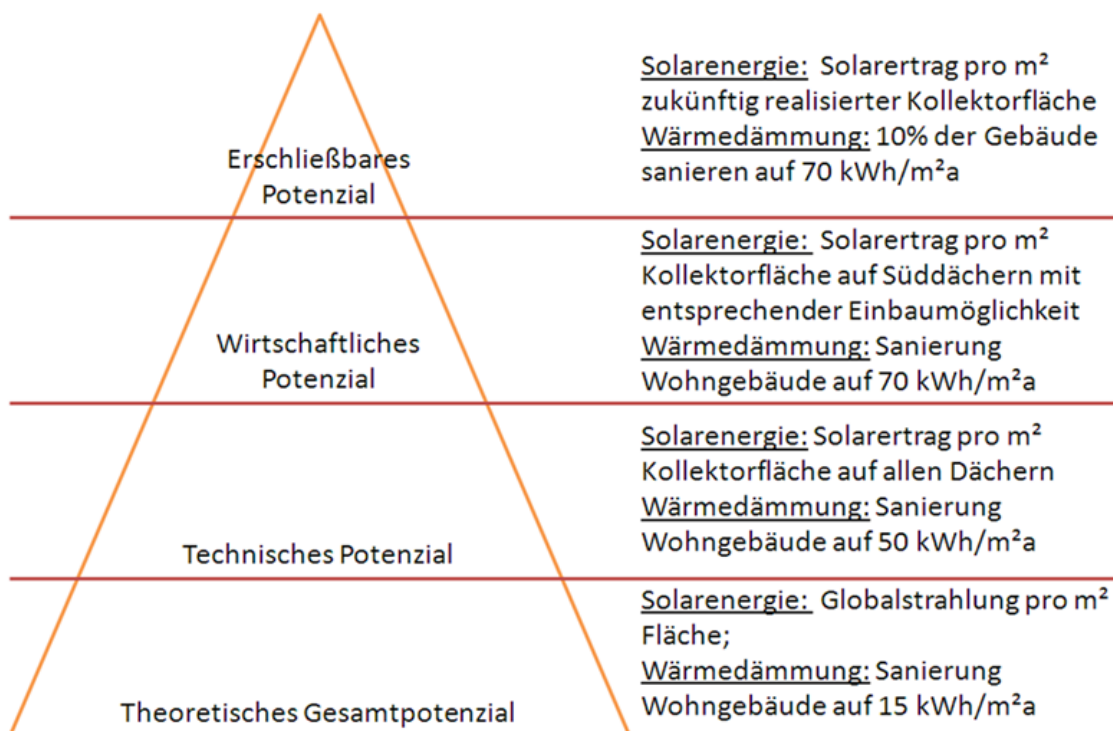
Kommunale Wärmeplanung Freiberg am Neckar: Projektbegleitende Offenlage - Analyse lokaler Potenziale zur Wärmebereitung

1. Analyse lokaler Potenziale

Die Ermittlung der Einsparpotenziale durch Gebäudeeffizienz einerseits und der lokalen erneuerbaren Potenziale zur Wärmeerzeugung andererseits ist weitestgehend abgeschlossen. Änderungen und Ergänzungen können im Projektverlauf jedoch weiterhin vorgenommen werden. Die nachfolgenden Ergebnisse sind somit als vorläufig zu betrachten.

1.1. Vorgehensweise

Bei der Betrachtung von Potenzialen ist zu beachten, dass nicht alle theoretischen Potenziale auch tatsächlich erschließbar sind. Werden technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen berücksichtigt, grenzt sich das theoretische Gesamtpotenzial im Laufe der Untersuchungen und nachfolgenden Planungen immer weiter auf das erschließbare Potenzial ein. Die nachfolgend aufgezeigten Potenziale sind vorwiegend als theoretisch/technische Potenziale zu verstehen.

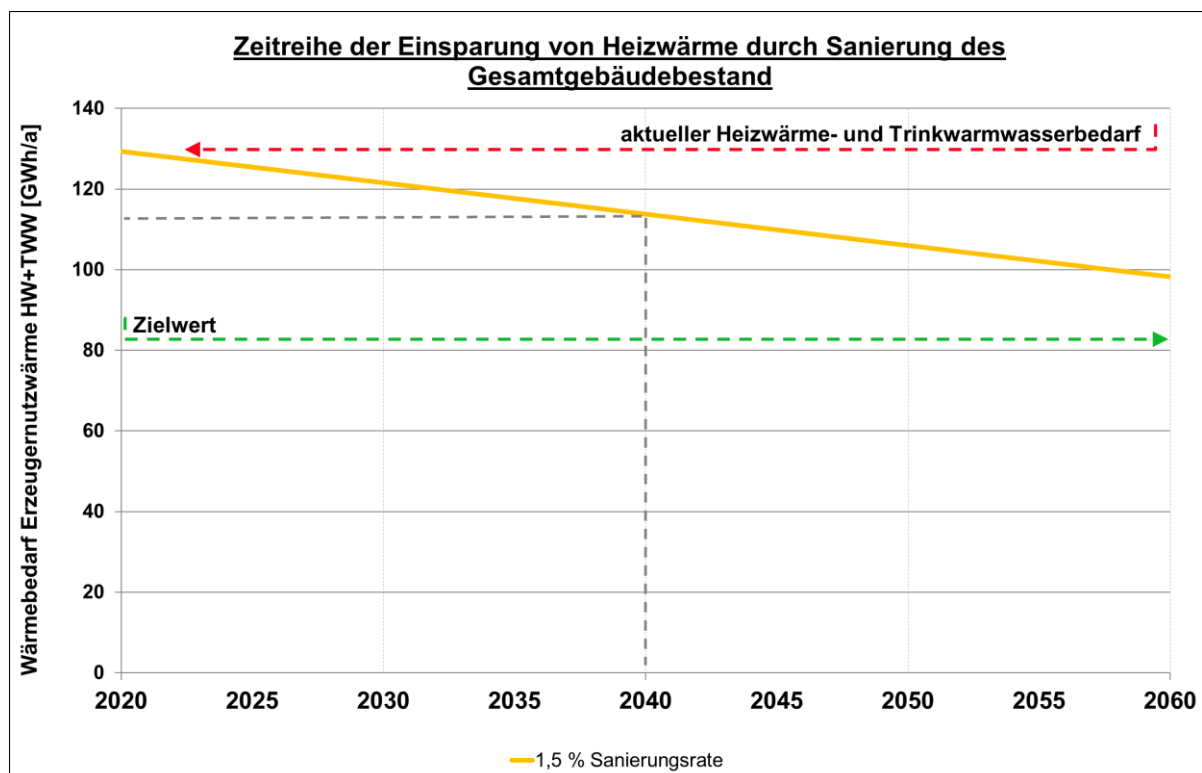


Unter **dezentraler Wärmeerzeugung** werden nachfolgend Heizsysteme im/am Gebäude, zur Versorgung des Gebäudes selbst, verstanden (bspw. Heizkessel oder Wärmepumpen).

Unter **zentraler Wärmeversorgung** wird nachfolgend die Wärmeerzeugung in Verbindung mit der Wärmeverteilung mittels Wärmenetz verstanden.

1.2. Bedarfssenkung durch Steigerung der Energieeffizienz der Gebäude

Die Einsparung des Wärmebedarfs durch Verbesserung des Wärmeschutzes und der haustechnischen Anlagen stellt ein bedeutendes Potenzial dar, das jedoch nur über einen sehr langen Zeitraum vollständig auszuschöpfen ist. Durch Effizienzmaßnahmen konnte ein langfristiges Einsparpotenzial für Wohn- und Nichtwohngebäude von ca. 36 % ermittelt werden. Im Projektkonsortium wurde eine durchschnittliche Sanierungsrate von 1,5 % abgestimmt. Wie in der nachfolgenden Abbildung dargestellt lässt sich mit der abgestimmten Sanierungsrate eine Einsparung von ca. 12,5% bis 2040 erreichen. Unter Berücksichtigung von Wohn- und Nichtwohngebäuden wurde eine absolute Einsparung von 16,3 GWh bis 2040 ermittelt. Die nachfolgende Grafik zeigt die Erreichung des errechneten Ziel-Wärmebedarfs in Abhängigkeit der Sanierungsrate.



1.3. Erfassung lokaler erneuerbarer Potenziale zur Wärmeversorgung

Nachfolgend sind die lokalen erneuerbaren Potenziale zur Wärmeversorgung der Stadt Freiberg a.N. aufgezeigt.

Solare Wärmebereitung auf Dachflächen

Zur Potenzialermittlung der dezentralen solaren Wärmebereitung wurde auf das Solardachkataster des LUBW zurückgegriffen. Wie in der nachfolgenden Abbildung zu sehen, stellt das Solardachkataster die Eignung und potenziellen Erträge dachflächenscharf dar.



Für die solare Wärmeerzeugung können solarthermische Anlagen oder Photovoltaikanlagen in Verbindung mit elektrischen Wärmebereitern (Power-to-Heat) genutzt werden. Zur Abschätzung des Potenzials wurden Wärmebedarfe der einzelnen Gebäude der potenziellen solaren Erzeugung gegenübergestellt. Insgesamt beläuft sich das ermittelte Potenzial zur Wärmebereitung aus Solarenergie auf geeigneten Dachflächen auf ca. 16,6-GWh/a.

Solare Wärmebereitung auf Freiflächen

Die solarthermische Wärmebereitung auf Freiflächen eignet sich zur Speisung von Wärmenetzen. Solarthermische Freiflächen-Anlagen werden meist mit Wärmespeichern in bivalenten Wärmeerzeugungsanlagen betrieben. Die Solaranlage dient meist zur Grundlastdeckung.

Gut geeignete Potenzialflächen sind in i.d.R. Konversionsflächen und Seitenrandstreifen von Autobahnen und Schienenwegen. Generell eignen sich ebenso landwirtschaftliche Flächen, hierbei ist allerdings eine mögliche Flächenkonkurrenz durch bspw. Lebensmittelproduktion zu beachten.

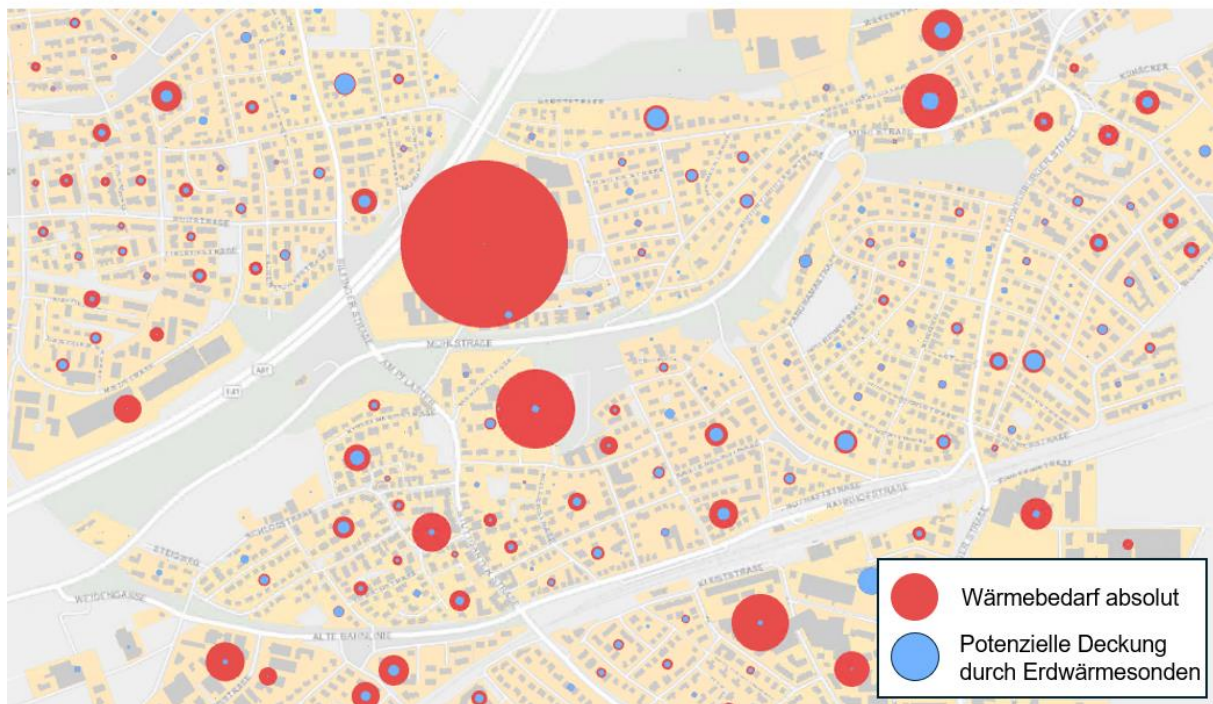


Das Potenzial zur zentralen Wärmebereitung mittels Freiflächen Solarthermieanlagen und Einspeisung in ein mögliches Wärmenetz wird aufgrund der nötigen Standortnähe zu künftigen Wärmenetzen erst bei Identifikation von voraussichtlichen Wärmenetzgebieten in der Projektphase „Zielszenario“ quantifiziert.

Oberflächennahe Geothermie

Unter Oberflächennaher Geothermie wird die Wärmeerzeugung mithilfe der Wärme aus dem Erdreich verstanden. Diese kann als effiziente Wärmequelle für Wärmepumpen genutzt werden. Nutzbar ist diese für die zentrale Versorgung von Wärmenetzen (Erdwärmefelder) oder in dezentralen Anlagen zur Versorgung einzelner Gebäude. Technisch wird die Erdwärmennutzung mithilfe von Erdkollektoren oder Erdwärmesonden (bis 400 m Bohrtiefe) umgesetzt. Einschränkungen der Erdwärmennutzung werden vor allem durch den nötigen Flächenbedarf verursacht. Die Potenziale zur dezentralen Wärmeerzeugung aus oberflächennaher Geothermie wurden innerhalb der Grundstücksgrenzen unter Berücksichtigung der durch Gebäude bebauten Flächen und Zuschlägen für weitere Flächenversiegelung ermittelt

In der nachfolgenden Grafik ist der potenzielle Wärmeertrag mit Erdwärmesonden in Verbindung mit Wärmepumpen (blau) für Wohngebäude dem Wärmebedarf pro Baublock (rot) mithilfe von proportionalen Symbolen gegenübergestellt.



Die Standortbewertung zur wasserrechtlichen Erlaubnisfähigkeit des ISONG Baden-Württemberg wurde berücksichtigt. Aufgrund der Bodenbeschaffenheit sind Ausschlussgebiete im Nordwesten von Geislingen vorzufinden. Das geothermische Potenzial kann hierdurch weiter eingegrenzt werden. Das abgeschätzte technische Potenzial beträgt ca. 45 GWh/a.

Das Potenzial zur zentralen Wärmebereitung mittels Erdwärmesondenfeld und Einspeisung in ein mögliches Wärmenetz wird aufgrund der nötigen Standortnähe zu künftigen Wärmenetzen erst bei Identifikation von voraussichtlichen Wärmenetzgebieten in der Projektphase „Zielszenario“ geprüft.

Grundwasser

Die Wärmegewinnung aus Grundwasser als Form der oberflächennahen Geothermie ist außerhalb von Wasserschutzgebieten grundsätzlich möglich und v. a. für Neubaugebiete oder für Netze im Bestand sinnvoll. In der Praxis müssen für jeden einzelnen Standort mehrere Probebohrungen und Messungen durchgeführt werden, bevor mit der Energiequelle lokal geplant werden kann. Es können kleinräumig große Unterschiede in der Nutzbarkeit auftreten. Die Grundwassernutzung ist grundsätzlich genehmigungspflichtig.

Auf Freiberger Gemarkung ist am Standort der Kläranlage eine Umsetzung der Grundwasserwärmegenutzung mit Wärmepumpe (1-2 MW) bereits in Planung und soll die zentrale Wärmezeugung für das bestehende Nahwärmenetz ergänzen.

Feste Biomasse

Holz ist ein kurzfristig verfügbarer erneuerbare Energieträger, welcher hohe Vorlauftemperaturen ermöglicht und durch eine recht gute Transport- und Lagerfähigkeit zur überregionalen und zeitlich flexiblen Verwendung eingesetzt werden kann.

Die Stadt Freiberg a.N. verfügt über keine nennenswerten Waldflächen, aus welchen Holz geerntet oder Waldrestholz für die thermische Nutzung verfügbar gemacht werden könnte.

Auf dem Grüngutsammelplatz an der Kläranlage werden durchschnittlich ca. 1.700 GWh/a Grüngut gesammelt. Hiervon können ca. 25 % der Holzigen Fraktion zugeordnet werden, welche für eine thermische Verwertung geeignet wären. Vor der thermischen Verwertung müsste eine Aufbereitung und Trocknung durchgeführt werden. Aufgrund der zeitintensiven Trocknung und des saisonalen Anfalls des Grüngutes müssten zur Eigenverwertung des Holzigen Grüngutes große Flächen vorgehalten werden. Das thermische Potenzial ist auf ca. 1,2 GWh/a zu quantifizieren. Der Verwertungsweg des Grünguts ist etabliert und soll nicht verändert werden.

Abwasserwärme

Abwasserwärme kann sowohl aus dem Abwasserkanal als auch aus dem Auslauf der Kläranlage genutzt werden. Mit Wärmetauschern wird dem Abwasser am Ablauf der Kläranlage Wärme entzogen und als effiziente Quelle für eine Wärmepumpe eingesetzt. Diese Art der Wärmeerzeugung ist für die zentrale Einspeisung in Nah- und Fernwärmenetze sehr gut geeignet. Das nutzbare Wärmepotenzial am Ablauf der Kläranlage des Klärwerks Freiberg a.N. wird auf ca. 7 GWh/a abgeschätzt. Die Umsetzung der Abwasser-Wärmenutzung am Klärwerk ist bereits geplant. Die Ausführung befindet sich derzeit in der Vergabe.

Die Abwasserwärmenutzung aus dem Abwasserkanal ist für Inselnetze oder für die Versorgung von großen Gebäudekomplexen gut geeignet. Eine Abwasserwärmenutzung ist je nach Kanalbauweise ab einer Kanaldimension von ca. DN 600 bis DN 800 geeignet. Kleinere Dimensionen sind aufgrund von Platzmangel für den Wärmetauscher und dem zu erwartenden geringen konstanten Volumenstrom als Wärmequelle für eine Wärmepumpe in der Regel ausgeschlossen. Weiter ist ein genügend großer Abstand zur Kläranlage zu beachten, um eine thermische Regeneration des Abwassers durch das Erdreich zu gewährleisten. Durch den Abstand kann die Beeinflussung der biologischen Reinigung der Kläranlage als auch der thermischen Nutzung am Ablauf der Kläranlage entgegengewirkt werden. Die Abwasserpotenziale unterliegen Einschränkungen, wie bspw. dem Zustand und der Bauweise des Abwasserkanals und dem konstanten Trockenwetterabfluss und müssen im Einzelfall beurteilt werden.

Erzeugung von Klär- und Biogas

Die Potenziale zur Klärgasgewinnung durch Klärschlammfäulung in der Kläranlage Freiberg a.N. sind ausgeschöpft. Das erzeugte Klärgas wird zum Betrieb der Blockheizkraftwerke und somit zur Strom- und Wärmeerzeugung für die Eigennutzung an der Kläranlage und zur Versorgung des Wärmentses eingesetzt.

Auf Freiburger Gemarkung wird eine landwirtschaftliche Biogasanlage betrieben. Das Biogas wird zum Betrieb eines BHKW's eingesetzt. Die ausgekoppelte Wärme beheizt die Biogasanlage sowie ein anliegendes Wohngebäude. Wärme könnte vornehmlich in den Sommermonaten ausgekoppelt werden. Aufgrund der dezentralen Lage der Biogasanlage und der damit verbundenen Entfernung zur nächstgelegenen Wohnbebauung, wird die Wärmenutzung nicht weiterverfolgt. Weitere verfügbare Potenziale zur Biogaserzeugung aus landwirtschaftlichen Rückständen oder Erzeugnissen auf Freiburger-Gemarkung konnten nicht ermittelt werden.

Die Verwertungswege von biologisch verwertbaren Abfällen der Stadt Freiberg a.N. sind etabliert. Von freiwerdenden Kapazitäten ist in naher Zukunft nicht auszugehen.

Wärmenutzung von Oberflächengewässern

Oberflächengewässer können zur Wärmebereitung als effiziente Quelle für Wärmepumpen eingesetzt werden. Bei der Wärmeauskopplung aus Fließgewässern werden meist Bauwerke errichtet, welche als Bypass zum Flussverlauf dienen. Das abgeleitete Wasser wird durch einen Wärmetauscher geführt und Wärme entzogen. Der Schutz der Gewässerökologie steht an erster Stelle. Dies wird durch eine entsprechend geringe Ableitung eines Teilstrom in Verbindung mit geringer Abkühlung sichergestellt. Für die Errichtung eines Bypass-Systems sind entsprechende Bauwerke nötig. Diese sind vor allem an bereits bestehenden Bauwerken (Kanaleinläufen, Staustufen etc.) genehmigungsfähig. Potenziale wurden für den Neckar auf Höhe der Staustufe ermittelt. Unter Entnahme des Teilvolumenstroms in Höhe von ca. 10 % und einer Abkühlung von 3 K konnten die folgenden potenziellen Wärmemengen (in Verbindung mit Wärmepumpen) ermittelt werden:

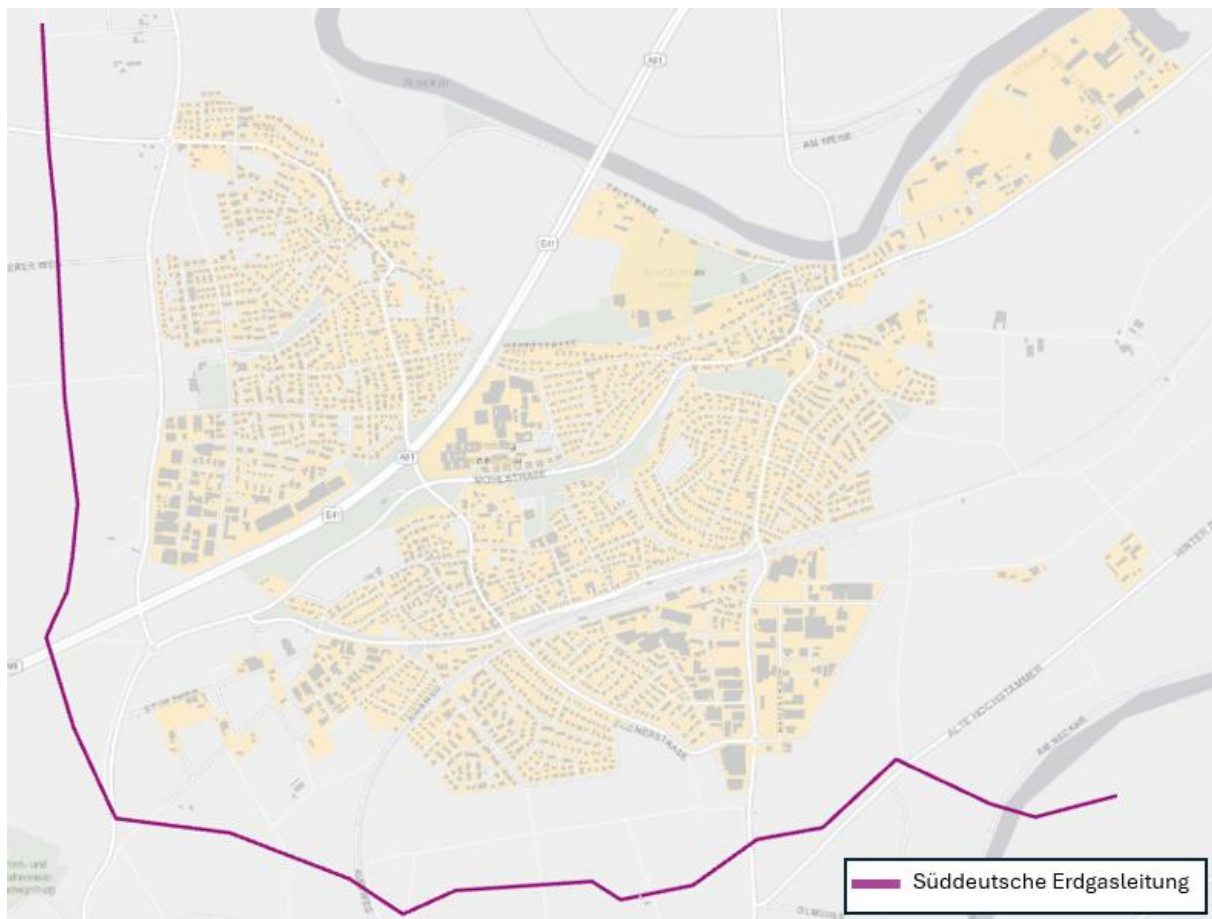
Gewässer	Potenzieller Standort	Abgeschätzte Wärmemenge (in Verbindung mit Wärmepumpen)
Neckar	Neckarstaustufe Freiberg a.N.	169 GWh/a

Industrielle Abwärme

Unvermeidbare Abwärme aus Prozessen kann in Nah- oder Fernwärmenetze eingespeist oder zur Erzeugung von Kälte eingesetzt werden. Darüber hinaus ist die Nutzung auf Quartiers-ebene möglich. Für die Erhebung der möglichen Wärmenutzung von unvermeidbarer Abwärme wurden relevante Akteure identifiziert. Diese wurden mittels Fragebogen kontaktiert oder direkt angesprochen. Im Rahmen der Abfrage konnten keine Betriebe ermittelt werden, welche nutzbare Abwärme in nennenswerter Höhe zu Verfügung haben, diese noch nicht selbst nutzen oder nutzen wollen und bereit sind, diese in ein Wärmenetz einzuspeisen.

Synthetische Gase

Die Süddeutsche Erdgasleitung (SEL) ist eine Erdgasleitung, welche die Erdgaslieferung von Hessen über Baden-Württemberg nach Bayern sichern soll. Die derzeit im Bau befindliche Pipeline soll ab Anfang der 2030er Jahre mit Wasserstoff beschickt werden. Teile der SEL verlaufen über Freiburger Gemarkung. Aufgrund der räumlichen Nähe ist eine Wasserstofflieferung nach Freiberg möglich. Aus technischen und v. a. wirtschaftlichen Gründen dürfte Wasserstoff kurz- und mittelfristig jedoch ausschließlich für die Sektoren Verkehr und Industrie (Hochtemperaturprozesse) zur Anwendung kommen, ebenso ist der Einsatz zur Spitzenlastdeckung in der zentralen Wärmebereitung denkbar. Von einer künftigen flächendeckenden dezentralen Wärmebereitung mittels Wasserstoff ist derzeit nicht auszugehen.

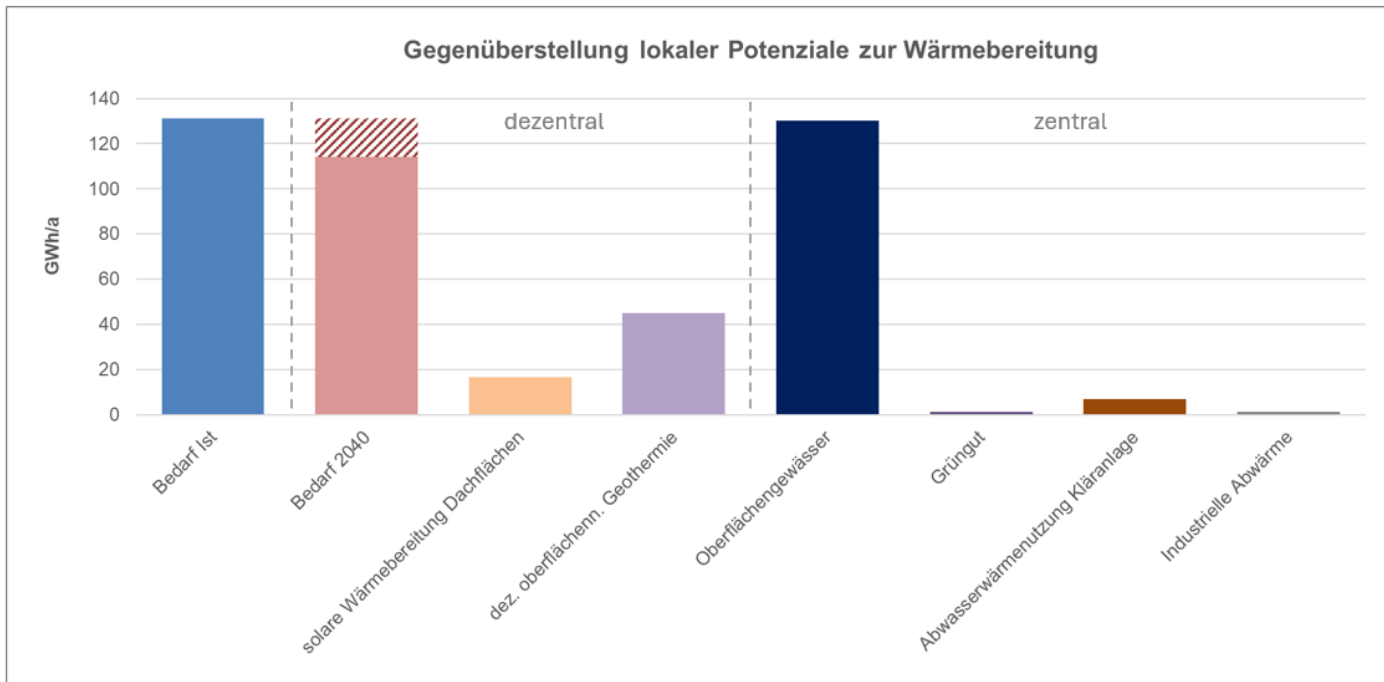


Umweltwärme Luft

Elektrisch betriebene Wärmepumpen, die Außenluft als Wärmequelle nutzen, stellen eine – im Verhältnis zu Wärmepumpen mit anderen Quellen – leicht zu realisierende Wärmeerzeugung, jedoch mit verringerter Effizienz, dar. Herausforderungen entstehen durch die Schallemissionen der Außeneinheit und den Flächenbedarf. Durch Wärmepumpen wird eine zusätzliche Belastung für das Stromnetz verursacht. Daher ist die Nutzung effizienter Quellen (Erdwärmesonden, Abwasserwärmetauscher) für Wärmepumpen zu bevorzugen. Bei dezentralen Systemen eignen sich Wärmepumpen am besten für Objekte mit geringerem Wärmebedarf und niedrigen Vorlauftemperaturen, können aber zunehmend auch für durchschnittliche Bedarfe und Temperaturen im Bestand eingesetzt werden. Günstig ist außerdem lokal, z.B. aus PV-Anlagen, erzeugter Strom, der zumindest teilweise für den Betrieb der Wärmepumpe genutzt werden kann. Ein Potenzial kann nicht quantifiziert werden, da der Einsatz unter genannten Herausforderungen immer möglich ist.

1.4. Gegenüberstellung erfasster Potenziale

Die nachfolgende Grafik zeigt die Höhe der jeweils ermittelten lokalen Potenziale innerhalb der Gemarkungsgrenzen der Stadt Freiberg a.N. auf.



Hierbei ist zu beachten, dass die einzelnen Potenziale nicht einfach aufsummiert werden können, um den Bedarf zu decken. Zu beachten ist zudem, dass die Potenziale ggf. untereinander konkurrieren und nicht technisch oder wirtschaftlich gleichwertig erschlossen werden können. Vor der Nutzung der genannten Potenziale können im Einzelfall weitere Untersuchungen zur technischen und wirtschaftlichen Realisierbarkeit notwendig werden.