

V.2. Wärmesektor

Es wird zunächst untersucht, wie sich der Wärmebedarf in den unterschiedlichen Szenarien bis 2040 entwickelt. Dazu wird analysiert, wie sich eine Sanierung der Wohngebäude, Energieeffizienzmaßnahmen im Gewerbe und der Industrie und Sanierungsmaßnahmen bei den kommunalen Liegenschaften auswirkt, wobei die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung hierbei eine wichtige Rolle einnehmen kann.

Anschließend wird ermittelt, wie der Wärmebedarf möglichst klimafreundlich gedeckt werden kann. Dazu wird das Potenzial der Wärmeerzeugung aus Biomasse, Solarthermie und Umweltwärme (Wärmepumpen) untersucht und für die einzelnen Szenarien zielführende Ausbauten abgeleitet. Außerdem werden die Möglichkeiten und Vorteile der Nutzung von Nahwärmenetzen thematisiert.

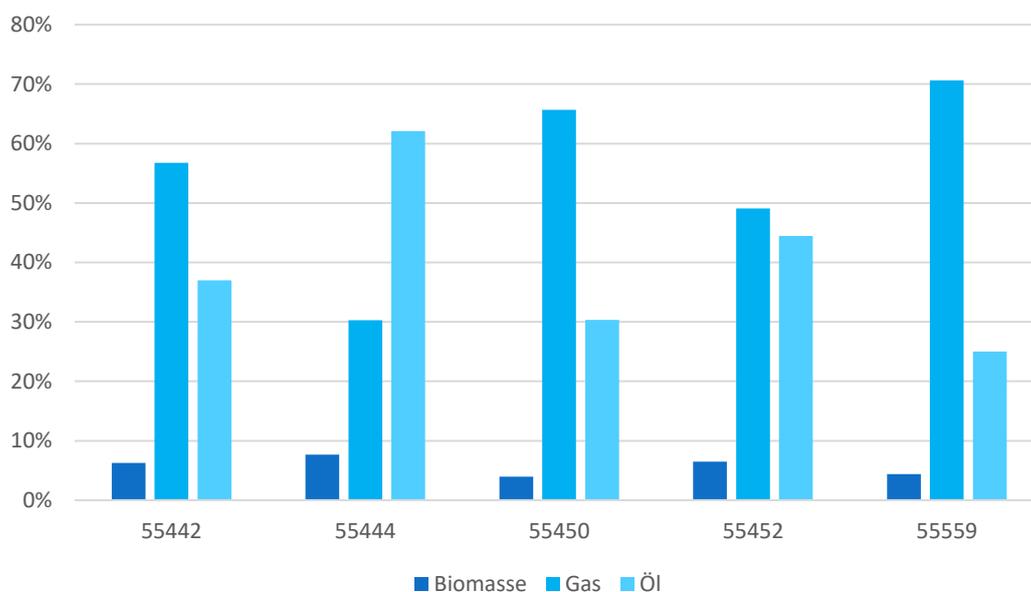


Abbildung 36: Anteile der Energieträger in der Beheizungsstruktur der Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg nach Postleitzahl. Quelle der Daten: Schornsteinfegerinnung. Eigene Darstellung der EnergyEffizienz GmbH

Im Folgenden werden die verschiedenen Aspekte zu klimafreundlicher Umgestaltung des Wärmesektors in der *VG Langenlonsheim-Stromberg* betrachtet.

V.2.1. Sanierung der Wohngebäude

Grundsätzliches Potenzial und Szenarien

Neben der Verwendung von erneuerbaren Energien liegt ein großes Potenzial zur Emissionseinsparung in der Verminderung der Energieverbräuche. Eine Schlüsselrolle nimmt dabei die Sanierung der Wohngebäude ein. Zur Untersuchung des Sanierungspotenzials in



privaten Haushalten wird der derzeitige Wohnungsbestand in der *Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg* betrachtet. Etwa 60 % aller Wohngebäude wurden vor 1979 erbaut²⁸. Es ist daher davon auszugehen, dass die Sanierung des Gebäudebestands einen großen Beitrag zum Klimaschutz in der *VG Langenlonsheim-Stromberg* leisten kann. Je nach Szenario werden unterschiedliche Sanierungsraten, Sanierungszyklen und Sanierungsstandards angenommen und über den betrachteten Zeitraum bis 2040 angewendet. Die Sanierungsrate beschreibt den Anteil der jährlich sanierten Gebäude zum Gesamtgebäudebestand und liegt in Deutschland aktuell bei 0,8 % pro Jahr. Auch wenn dem Begriff eine genaue Definition fehlt, wird darunter gemeinhin sowohl Komplett-sanierungen als auch Einzelmaßnahmen (Fenster austausch, Dachdeckensanierung etc.) verstanden. Um die Klimaschutzziele der Bundesregierung zu verwirklichen, ist eine Erhöhung der Sanierungsrate auf 2 - 3 % nötig. Der Sanierungszyklus beschreibt die Dauer, bis ein bestimmter Teil des Gebäudes saniert wird. Bei der Gebäudehülle liegt der Zeitraum bei etwa 30 bis 40 Jahren²⁹.

Als Sanierungsstandards werden im Referenzszenario die Anforderung des GEG³⁰ zugrunde gelegt, welche bei der Sanierung von bestimmten Bauteilen eingehalten werden müssen³¹. Diese betragen für Ein- und Zweifamilienhäuser 74 kWh/(m²*a) und für Mehrfamilienhäuser 77 kWh/(m²*a).

Die weitere Berechnungsgrundlage basiert auf TABULA-Methodik – diese bezieht sich auf ein auf der EU-Ebene elaboriertes Konzept zur Ermittlung der Wärmebedarfswerte und Durchschnittswerte des Energieverbrauchs für die Zwecke der Wärmeversorgung von Gebäuden verschiedener Haustypen, Baualters, Konstruktion etc.³². Diese an die deutschen Umstände angepasste Methodik³³ wird als Fundament des Klimaschutzszenarios genommen – je nach Baualtersklasse und Haustyp wird ein Wärmebedarf zwischen 40 und 60 kWh/(m²*a) angenommen.

²⁸ (Zensus Datenbank, 2011)

²⁹ (BMWI, 2014)

³⁰ Ehemals EnEV

³¹ (GEG, 2020)

³² (Institut Wohnen und Umwelt, 2022)

³³ (Episcope Tabula, 2022)

In Tabelle 11 werden die jährlichen Sanierungsraten und Standards dargestellt, welche in den jeweiligen Szenarien zur Berechnung der Einsparpotenziale verwendet werden. Daraus ergeben sich die angegebenen szenariospezifischen Sanierungsanteile des heutigen Wohnbestandes.

Tabelle 11: Annahmen zur Berechnung der Einsparpotenziale von Wohngebäuden

Szenario	jährliche Sanierungsquote	Sanierungsstandard	Sanierungsanteil am Bestand (2030)	Sanierungsanteil am Bestand (2040)
Referenz	0,83 %	Gesetzlicher Standard (GEG)	14 %	20 %
Klimaschutz	3 %	Sanierungspaket TABULA	44 %	59 %

Die Analyse des Einsparpotenzials durch Sanierung wird nicht anhand des tatsächlichen Verbrauchs, sondern anhand des theoretischen Wärmebedarfs der Wohngebäude durchgeführt. Dieser wird durch die Kombination von Daten der Zensus Befragung 2011 sowie Daten des statistischen Landesamts (1991-2019) und mit typischen spezifischen Wärmebedarfen in kWh/(m²*a) ermittelt. Die Verwendung dieser flächenbezogenen Wärmebedarfe ist nötig, um das Einsparpotenzial bei Sanierungen auf einen bestimmten Standard zu ermitteln. Diese werden prozentual auf den tatsächlichen Wärmeverbrauch angerechnet.

Es ergeben sich für die verschiedenen Szenarien gegenüber dem Status quo die in der folgenden Abbildung 37 dargestellten Wärmebedarfe. Für 2030 ergibt sich für das Referenzszenario eine Reduzierung des Wärmebedarfs um 15 %, für das Klimaschutzszenario um 36 %. Für 2040 steigt die Reduktion des Wärmebedarfs auf 19 % im Referenzszenario und 46 % im Klimaschutzszenario.

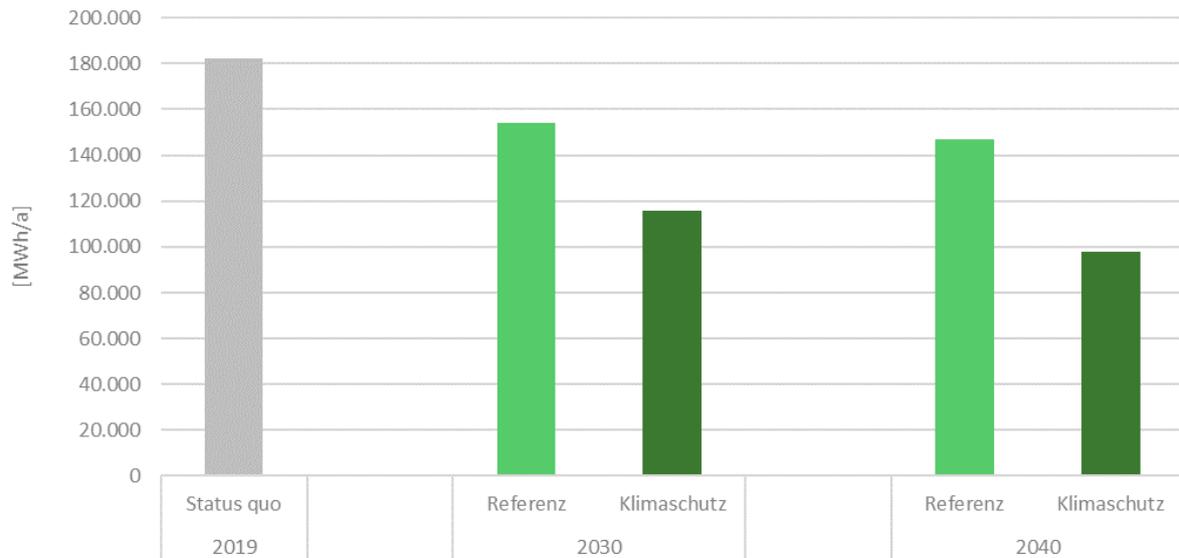


Abbildung 37: Wärmebedarf der Wohngebäude in der Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg nach Szenarien

V.2.2. Sanierung der kommunalen Liegenschaften

Neben den Wohngebäuden wird eine Sanierung der kommunalen Liegenschaften genauer untersucht. Eine Sanierung dieser Gebäude trägt der Vorbildfunktion der Verwaltung Rechnung und kann zu einer Stärkung des Bewusstseins für die Notwendigkeit von Klimaschutzaktivitäten in der **Verbandsgemeinde** beitragen.

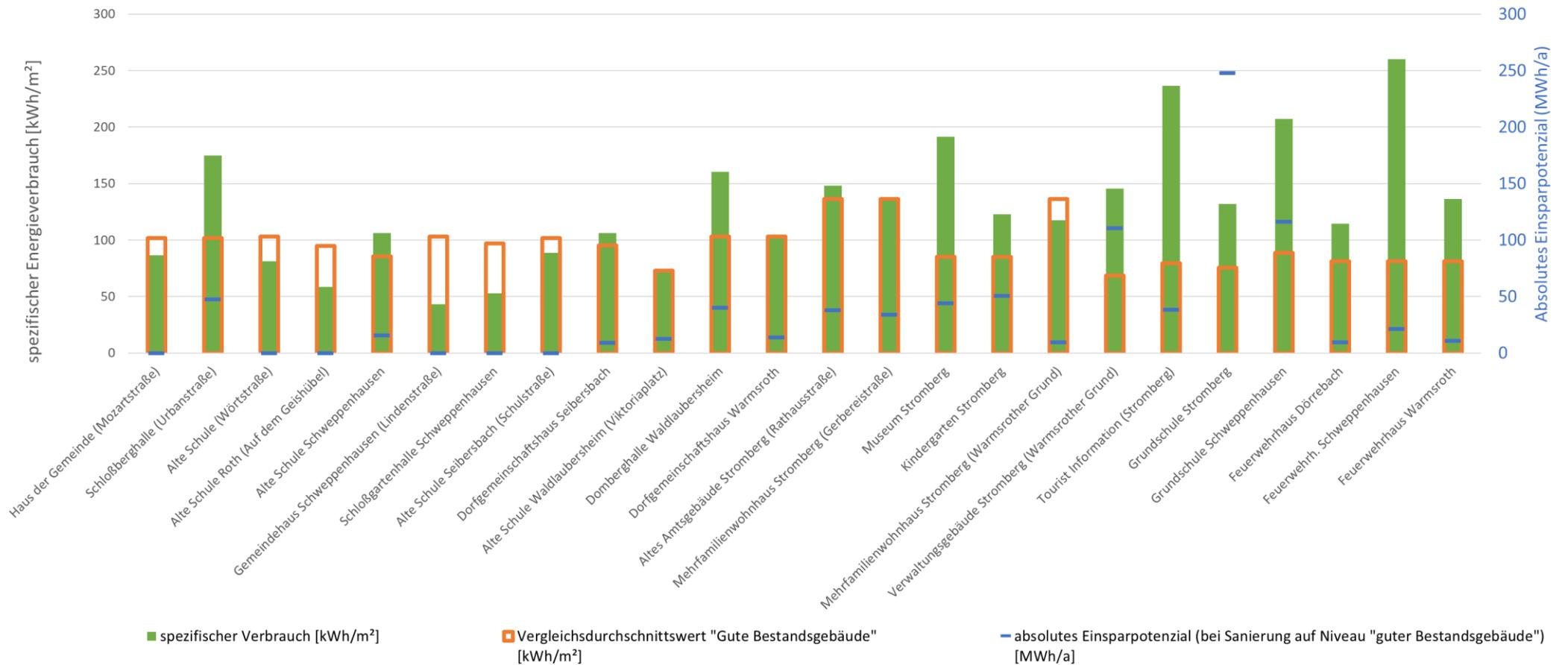


Abbildung 38: Spezifischer mittlerer Wärmebedarf der kommunalen Liegenschaften in kWh/(m²*
 * bei Sanierung auf Niveau "guter Bestandsgebäude"

Die Abbildung 38 zeigt den spezifischen mittleren Wärmebedarf ³⁴ der kommunalen Liegenschaften in kWh/(m²*a) auf. Insgesamt wurden 132 Liegenschaften betrachtet. Aufgrund der Datenlage konnten jedoch nur 24 Gebäude vollständig ausgewertet werden, da einige Grundflächen der Gebäude oder Verbrauchsdaten (auf Ebene der Ortsgemeinden) fehlten³⁶. Des Weiteren sind die Referenzwerte für vergleichbare „gute Bestandsgebäude“ aufgetragen, wie sie vom BMWK vorgegeben werden.³⁵ Diese Referenzwerte werden bei drei der abgebildeten Liegenschaften überschritten.

Den größten spezifischen Wärmeverbrauch weist das Feuerwehrhaus Schweppenhausen mit 259 kWh/(m²*a). Darauf folgt das Touristikbüro Stromberg (Binger Straße) mit 236 kWh/(m²*a) und die Grundschule Schweppenhausen mit 207 kWh/(m²*a).

Die Differenz zwischen den spezifischen Wärmeverbräuchen und den Referenzwerten multipliziert mit der vorhandenen Fläche ergibt das Einsparpotenzial pro Gebäude. Das größte Einsparpotenzial bei den kommunalen Gebäuden liegt bei der Grundschule Stromberg mit rund 247 MWh/a, gefolgt von der Grundschule Schweppenhausen mit 116 MWh/a und dem Verwaltungsgebäude (Stromberg) der Verbandsgemeindeverwaltung (ca. 110 MWh/a).

In Tabelle 12: Sanierung der kommunalen Liegenschaften nach Szenarien werden die Annahmen, welche in den jeweiligen Szenarien für die Sanierung getroffen werden, und die resultierenden Ergebnisse dargestellt. Aufgrund der unzureichenden Datenlage bezüglich der Energieträger der Wärmeerzeugungsanlagen ist es unmöglich, das Emissionsreduktionspotenzial zu bestimmen.

Tabelle 12: Sanierung der kommunalen Liegenschaften nach Szenarien

Szenario	Ausgestaltung	Energieeinsparung
Referenz	Realisierung des Einsparpotenzials aus dem Vergleich mit „guten Bestandsgebäuden“	868 MWh/a
Klimaschutz	Realisierung des Einsparpotenzials bei Sanierung auf KfW-70-Standard	955 MWh/a

³⁴ Mittlerer Wert der absoluten Verbräuche für 2018/2019.

³⁵ (BMWK, 2021)

V.2.3. Effizienz im Wärmeverbrauch der Sektoren Gewerbe und Industrie

Grundsätzliches Potenzial

Die Sektoren Gewerbe und Industrie werden in kommunalen *Klimaschutzkonzepten* meist nur am Rande betrachtet, da die Einflussmöglichkeiten der Kommune als vergleichsweise gering eingeschätzt werden. Die Energie- und CO₂-Bilanz beeinflussen sie jedoch je nach Situation vor Ort teilweise enorm. Auch wenn wenig Industrie in der *Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg* vorhanden ist, spielt der gewerbliche Sektor eine nicht zu vernachlässigende Rolle. Um Aussagen über den zukünftigen Energieverbrauch der Sektoren Gewerbe und Industrie zu treffen, wird auf bundesweite Annahmen zurückgegriffen.³⁶ Die tatsächlichen energetischen Reduktionspotenziale sind stark unternehmensabhängig. Es ist zu beachten, dass im Sektor GHD der Wärmeverbrauch überwiegend auf verbrauchter Raumwärme beruht. Im Gegensatz dazu macht im Industriesektor der Hauptanteil des Wärmeverbrauchs die Prozesswärme aus. Entsprechend unterschiedlich sind die Einspar- und Effizienzmöglichkeiten sowie sinnvollen Maßnahmen diesbezüglich. Während im Sektor GHD Gebäudesanierungen in Betracht gezogen werden sollten, ist im Industriesektor der Einsatz effizienter Geräte und optimierter Abläufe entscheidend.

Deutschlandweit hat sich der Wärmeverbrauch im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistungen in den Jahren 2010-2019 um 11,3 % erhöht. Im Industriesektor hingegen stieg der Wärmeverbrauch im selben Zeitraum nur um 3,1% an.³⁷ Im Referenzszenario werden beide Entwicklungen entsprechend fortgeschrieben.

Szenarien

Um die Ziele der Bundesregierung Richtung Klimaneutralität zu erreichen, sind massive Einsparungen auch in den Sektoren Gewerbe/Handel/Dienstleistungen als auch Industrie erforderlich. In der Studie „Ariadne-Report: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045“³⁸ wird als notwendige Energieeinsparung für eine klimaneutrale Gesellschaft von einer Energieverbrauchsreduktion im Sektor GHD um rund 38 % verglichen mit dem Basisjahr 2015 und im Sektor Industrie um 23 % ausgegangen. Diese ambitionierten Reduktionsziele werden im Klimaschutzszenario auf den vorliegenden Betrachtungszeitraum (2019-2040) für die

³⁶ (Prognos, 2021)

³⁷ (BMW, 2019)

³⁸ (Ariadne-Projekt, 2021)



Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg übertragen. Es werden folgende Annahmen getroffen.

Referenzszenario

Der bisherige Trend (2010-2019) wird fortgeschrieben. Entsprechend wird bis 2030 eine Reduktion des Wärmeverbrauchs im GHD-Sektor um 14,5 % und bis 2040 um 24 % angenommen. Für den Industriesektor liegt die angenommene Reduktion des Wärmeverbrauchs bei 4 % bis 2030 und 7 % bis 2040. Der Gesamtwärmeverbrauch der beiden Sektoren sinkt bis 2030 um rund 6.400 MWh/a und bis 2040 um 11.600 MWh/a. Das entspricht einer durchschnittlichen Emissionsminderung von 1.800 t CO₂/a bis 2030 und 3.300 t CO₂/a bis 2040.³⁹

Klimaschutzszenario

Im Klimaschutzszenario wird sich an den Zielen des Ariadne-Reports orientiert und die Einsparziele mit Basisjahr 2015 bis zur Klimaneutralität auf die Sektoren GHD und Industrie in der *VG Langenlonsheim-Stromberg* angewendet. Entsprechend wird bis 2030 eine Reduktion des Wärmeverbrauchs im GHD-Sektor um 20 % und bis 2040 um 37,5 % angenommen. Für den Industriesektor liegt die angenommene Reduktion des Wärmeverbrauchs bei 12 % bis 2030 und 23 % bis 2040. Der Gesamtenergieverbrauch der beiden Sektoren sinkt bis 2030 um rund 10.600 MWh/a und bis 2040 um 20.400 MWh/a. Das entspricht einer durchschnittlichen Emissionsminderung von 3.000 t CO₂/a bis 2030 und 5.800 t CO₂/a bis 2040.⁴⁰

V.2.4. BHKWs

Ein Ansatz zur Effizienzsteigerung, der aufgrund seiner Bedeutung ergänzend separat betrachtet werden soll, besteht in der Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen). Das Prinzip der gleichzeitigen Wärme- und Stromerzeugung führt dazu, dass weniger Energie beim Umwandlungsprozess verloren geht. Der Wirkungsgrad ist deshalb deutlich höher als bei der alleinigen Erzeugung von Strom oder Wärme. Entsprechend wird ihre Nutzung von Seiten des Bundes über den KWK-Zuschlag gefördert. Auch die Nutzung im Privatgebäudebereich in Form von Mini-BHKWs wird extra gefördert.

³⁹ Bei Annahme der Wärmebedarfsdeckung durch Erdgas und Erdöl zu gleichen Anteilen.

⁴⁰ Bei Annahme der Wärmebedarfsdeckung durch Erdgas und Erdöl zu gleichen Anteilen.

Sinnvoll ist ein Einsatz der BHKW-Technik insbesondere bei einem gleichmäßigen und hohen Wärme- und Strombedarf. Häufig bietet sich die Nutzung von BHKWs zur Energieversorgung mehrerer Gebäude an. Damit fallen sie in die Kategorie Nah- und Fernwärme, dessen Ausbau im entsprechenden Kapitel genauer betrachtet wird und für eine klimafreundliche Wärmeversorgung eine wichtige Rolle spielt. Während zum einen die erhöhte Effizienz zur Reduktion der Emissionen beiträgt, ist zum anderen der Betrieb mit regenerativen Energieträgern, etwa Biomasse, Wärmepumpen oder Solarthermie, entscheidend. Mögliche Ausbauraten zur Nutzung der regenerativen Energieträger zur Wärmeproduktion werden in den folgenden Unterkapiteln betrachtet. Insgesamt ist die verstärkte Nutzung von KWK-Anlagen sowohl in der Nahwärmeversorgung als auch im Einzelgebäudebereich im Sinne des Klimaschutzes zu empfehlen, wobei die Nutzung regenerativer Energieträger zur wirkungsvollen Emissionsreduktion entscheidend ist.

V.2.5. Heizöl

Die Annahmen zum Trend beruhen auf den derzeitigen Entwicklungen insb. der am 1. Januar 2021 eingeführten CO₂-Steuer auf Heizöl, Gas, Benzin und Diesel. Der Preis von derzeit 25 Euro pro Tonne CO₂ soll auf 55 Euro pro Tonne im Jahr 2025 gesteigert werden. Die Mehrkosten für Heizöl belaufen sich von 8 ct pro Liter im Jahr 2021 bis 17,4 ct – bis 2025⁴¹. Zusätzlich besteht ein Verbot zum Einbau neuer Ölheizungen ab 2026⁴², so dass von einer moderaten Reduktion des Ölverbrauchs in Zukunft ausgegangen werden kann. Gleichzeitig ist das bundesweite Ziel der Treibhausgasneutralität nur mit einem vollkommenen Verzicht auf fossile Energieträger möglich, sodass im Klimaschutzszenario der Energieträger Öl vollständig aufgegeben wird.

Grundsätzliches Potenzial

Der Gesamtanteil von Heizöl lag 2019 bei 33 % der Wärmebereitstellung in der *Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg*. Der hohe Anteil an der Wärmeversorgung ist insbesondere auf ein fehlendes umfassendes Gasnetz zurückzuführen und resultiert in hohen jährlichen Emissionen von rund 29.200 t CO₂. Unter der Annahme, dass alle vor dem 01.01.1991 installierten Ölheizungen⁴³ ab 2021 ausgetauscht werden müssen⁴⁴, sind in der

⁴¹ (Barmalgas, 2021)

⁴² Bis auf einzelne Ausnahmen.

⁴³ Gemeint werden diejenigen Heizkessel, die keine Niedertemperatur-Heizkessel und/oder Brennwertkessel sind

⁴⁴ (Energie-Fachberater, 2021)



Verbandsgemeinde ab sofort ca. 16.300 kW Ölheizungsleistung zu ersetzen. Folgende Szenarien bieten die Übersicht der zu ersetzenden Kapazitäten je nach Installationsjahr der Heizungsanlage an.

Szenarien

Im Rahmen des vorliegenden *Klimaschutzkonzepts* wird für das **Referenzszenario** eine moderate, aber stetige Reduktion des Öleinsatzes über alle Verbrauchergruppen hinweg um 33 % bis 2030 und um 66 % bis 2040 angenommen.

Es wird vermutet, dass Ölheizung nach 30 Jahren durch eine neue Anlage ersetzt werden müssen. Das entspricht bis 2030 einer kumulierten Leistung aller Anlagen, die bis zum Jahr 2030 das Alter von 30 Jahren erreichen, von 45.000 kW. Bis 2040 erhöht sich diese Zahl auf 71.000 kW. Die Anzahl der entsprechenden Anlagen beläuft sich auf 1.779 im Jahr 2030, und auf 2.862 im Jahr 2040.

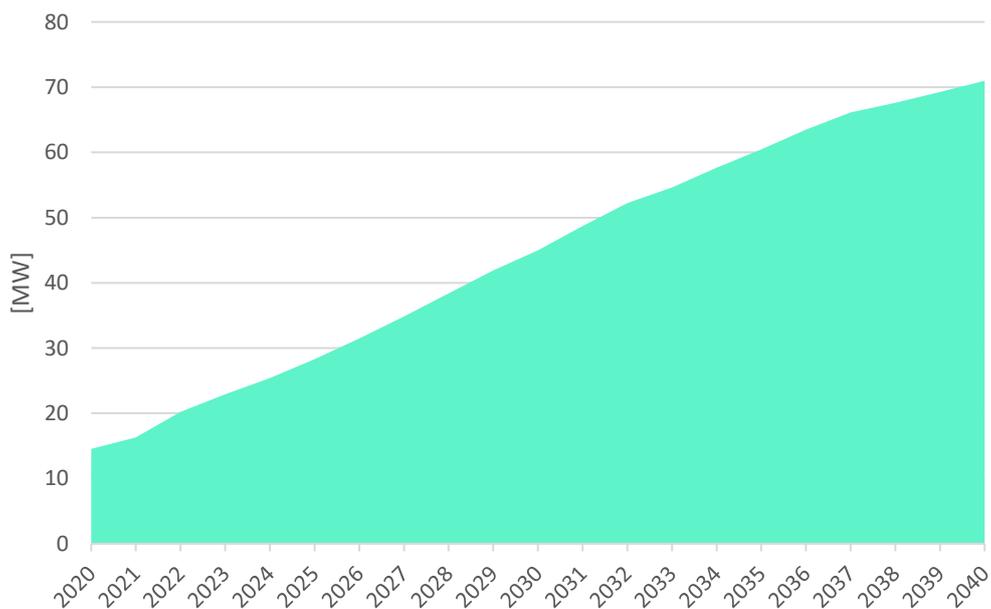


Abbildung 39: Kumulierte Leistung der Heizungsanlagen (Energieträger: Heizöl), die im jeweiligen Stichjahr 30+ Jahre alt sind. Quelle der Daten: Schornsteinfegerinnung. Eigene Darstellung der EnergyEffizienz GmbH

Im **Klimaschutzszenario** wird die Nutzung von Öl bis 2040 in allen Sektoren sukzessive auf null reduziert. Die Annahmen beruhen auf den oben genannten politischen Entscheidungen und der Notwendigkeit eines vollkommenen Verzichts auf fossile Energieträger, um das Ziel der Treibhausgasneutralität für Deutschland zu erreichen.

Im Klimaschutzszenario nimmt man an, dass die Ölheizungen größtenteils bereits nach 20 Jahren Laufzeit ersetzt werden. Bis zum Jahr 2040 würde man mit dem vollständigen Ersatz

der alten Ölheizungen zugunsten der regenerativen Energiequellen rechnen. Dies bedeutet, dass die Leistungskapazität von insgesamt ca. 84.800 kW (ca. 3.450 Anlagen) bis 2040 zu ersetzen ist.

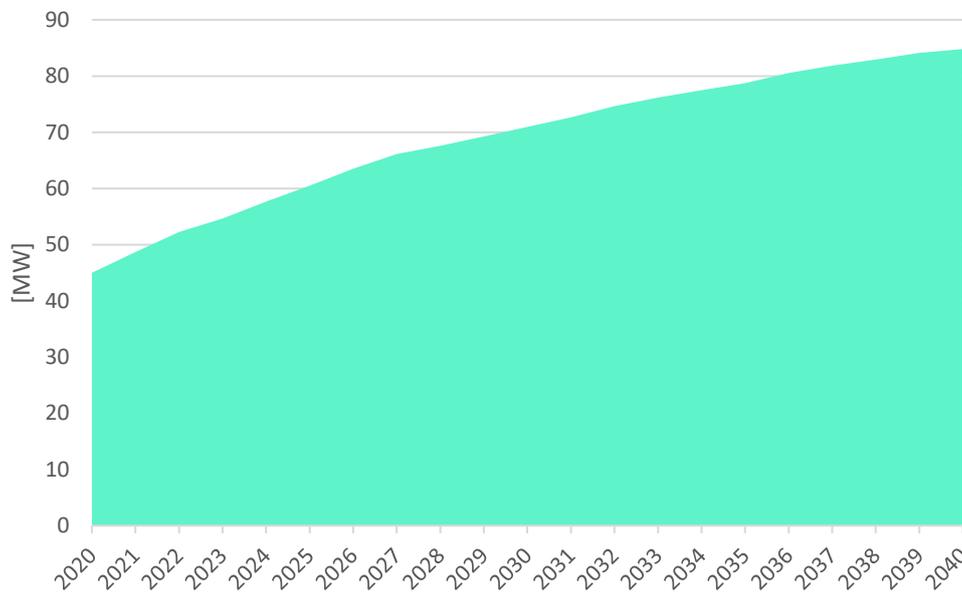


Abbildung 40: Kumulierte Leistung der Heizungsanlagen (Energieträger: Heizöl), die im jeweiligen Stichjahr 20+ Jahre alt sind. Quelle der Daten: Schornsteinfegerinnung. Eigene Darstellung der EnergyEffizienz GmbH

Der folgenden Abbildung ist der Vergleich zwischen den behandelten Szenarien abzulesen.

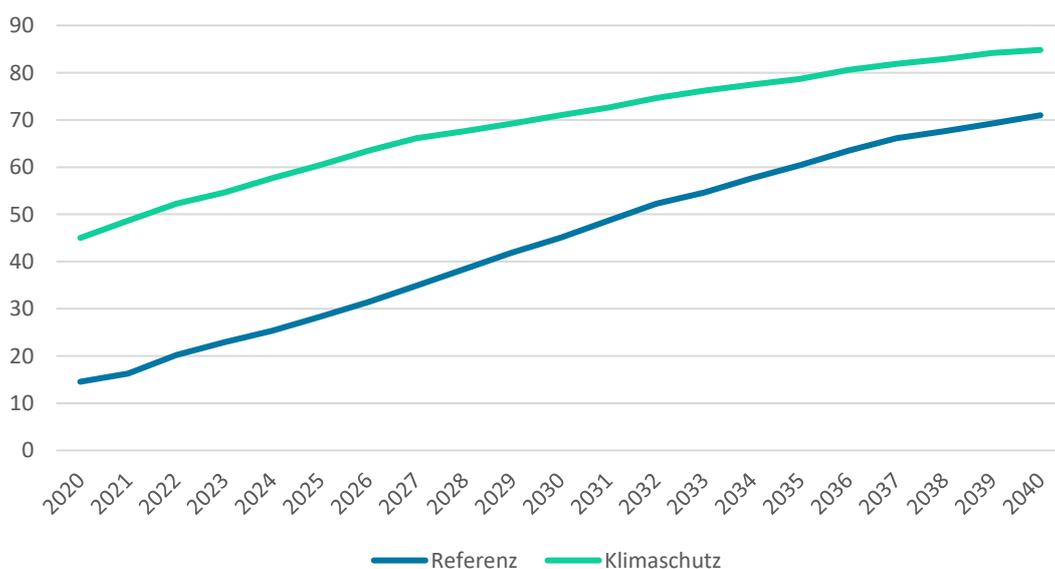


Abbildung 41: Kumulierte Leistung der Heizungsanlagen (Energieträger: Heizöl) nach Szenario. Quelle der Daten: Schornsteinfegerinnung. Eigene Darstellung der EnergyEffizienz GmbH



V.2.6. Erdgas

Die Nutzung von Erdgas spielt für die Energieversorgung in Deutschland eine zentrale Rolle. Ohne eigene bedarfsdeckende Ressourcen wird jedoch die enorme Gefahr einer Importabhängigkeit von ausländischem Gas aus nicht demokratischen Ländern mehr als deutlich und die Notwendigkeit einer schnellen Umrüstung auf eine autarke Energieversorgung wichtiger denn je. Die zukünftigen Entwicklungen zur Gasversorgung in Deutschland sind derzeit nicht absehbar, weshalb sich im Trendszenario an einer Fortschreibung der bisherigen Gasversorgung orientiert wird. Die Folgen des russischen Angriffs auf die Ukraine unterstreichen jedoch die Notwendigkeit eines Wechsels zum Klimaschutzszenario, in dem der Gasverbrauch durch die Nutzung regenerativer Energieträger weitgehend aufgegeben wird.

Die gasbetriebenen Heizungsanlagen sind in der *Verbandsgemeinde* für ca. 47 % der Wärmeversorgung zuständig. Langfristig wird für das Klimaschutzszenario jedoch ein Wechsel auf regenerative Energieträger angenommen. Ob Ersatzprodukte wie Wasserstoff oder Biogas über die bestehenden Gasnetze auch für die Wärmeerzeugung genutzt werden, bleibt von den zukünftigen technologischen und politischen Entwicklungen abhängig. Nach derzeitigem Stand wird in der vorliegenden Potenzialanalyse davon ausgegangen, dass andere Technologien (Wärmepumpen, Biomasse, Nahwärme) vorrangig genutzt werden.

Unter der Annahme, dass alle vor dem 01.01.1991 installierten Gasheizungen⁴⁵ ab 2021 ausgetauscht werden müssen⁴⁶, sind in der *Verbandsgemeinde* ab sofort ca. 14.600 kW Gasheizungsleistung zu ersetzen. Folgende Szenarien bieten die Übersicht der zu ersetzenden Kapazitäten je nach Installationsjahr der Heizungsanlage an.

Referenzszenario

Durch Sanierungs- und Effizienzmaßnahmen sowie einem moderaten Umstieg auf erneuerbare Energien sinkt der Gesamtbedarf an Erdgas. Jedoch wird Gas noch länger, insbesondere als Übergangslösung, genutzt werden, bis sich die erneuerbaren Energien etabliert haben. Demnach würde der Energieverbrauch an Erdgas bis 2040 um rund 4.000 MWh (3 %) steigen. Dies würde in ca. 31.500 Tonnen der Emissionen im Jahr 2040 resultieren.

⁴⁵ Gemeint werden diejenigen Heizkessel, die keine Niedertemperatur-Heizkessel und/oder Brennwertkessel sind

⁴⁶ (Energie-Fachberater, 2021)

Sollten die Anlagen ab dem 01.01.1991 installiert worden sein, sind sie nach dem Ablauf des 30. Betriebsjahres zu ersetzen. Die Anzahl der Anlagen, die im Jahr 2040 zu ersetzen wären, erweist den Wert i.H.v. 1.941 St. Die folgende Grafik bietet die Übersicht der jeweiligen kumulierten installierten Leistung.

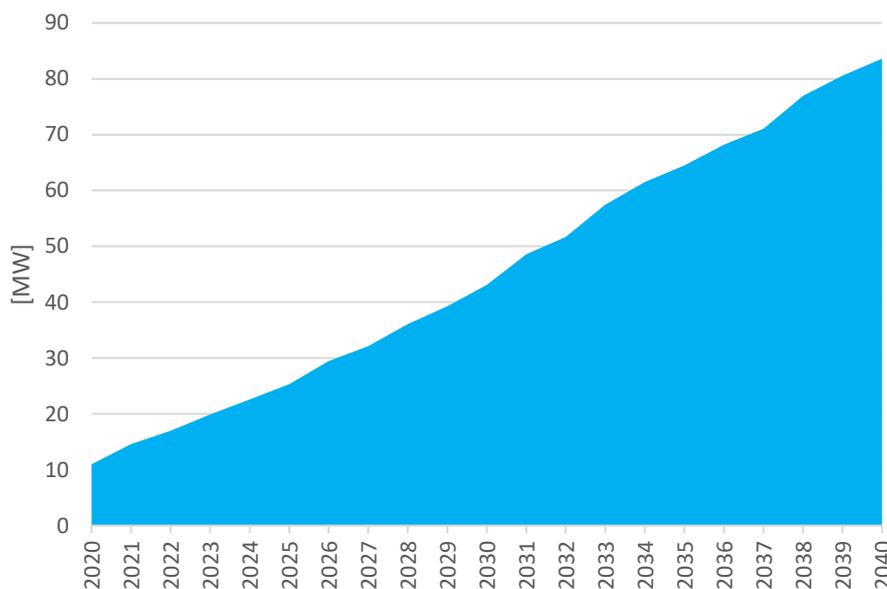


Abbildung 42: Kumulierte Leistung der Heizungsanlagen (Energieträger: Gas), die im jeweiligen Stichjahr 30+ Jahre alt sind. Quelle der Daten: Schornsteinfegerinnung. Eigene Darstellung der EnergyEffizienz GmbH

Im **Klimaschutzszenario** wird Erdgas bei den privaten Haushalten als auch im Gewerbesektor bis 2030 leicht und bis 2040 fast vollständig auf null reduziert. Insgesamt sinkt der Energieverbrauch an Erdgas bis 2030 um 72.000 MWh (55 %) sowie bis 2040 um rund 130.000 MWh (100 %). Die Emissionen reduzieren sich um 18.300 t CO₂ bis 2030.

Im Klimaschutzszenario wird unter anderem die Menge der installierten Leistung berechnet, die über 20 Jahre im Einsatz ist. Die folgende Grafik bietet die Übersicht der jeweiligen kumulierten installierten Leistung. Die Anzahl der zu ersetzenden Anlagen erweist den Wert von 1.940 im Jahr 2030, und 2.541 – im Jahr 2040.

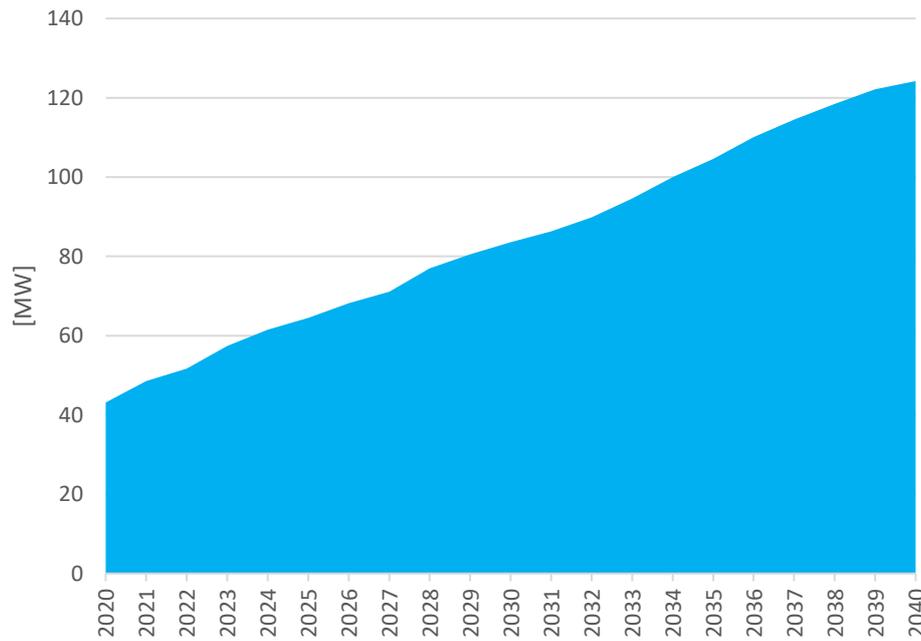


Abbildung 43: Kumulierte Leistung der Heizungsanlagen (Energieträger: Gas), die im jeweiligen Stichjahr 20+ Jahre alt sind. Quelle der Daten: Schornsteinfegerinnung. Eigene Darstellung der EnergyEffizienz GmbH

Folgende Abbildung bietet den grafischen Vergleich je Szenario.

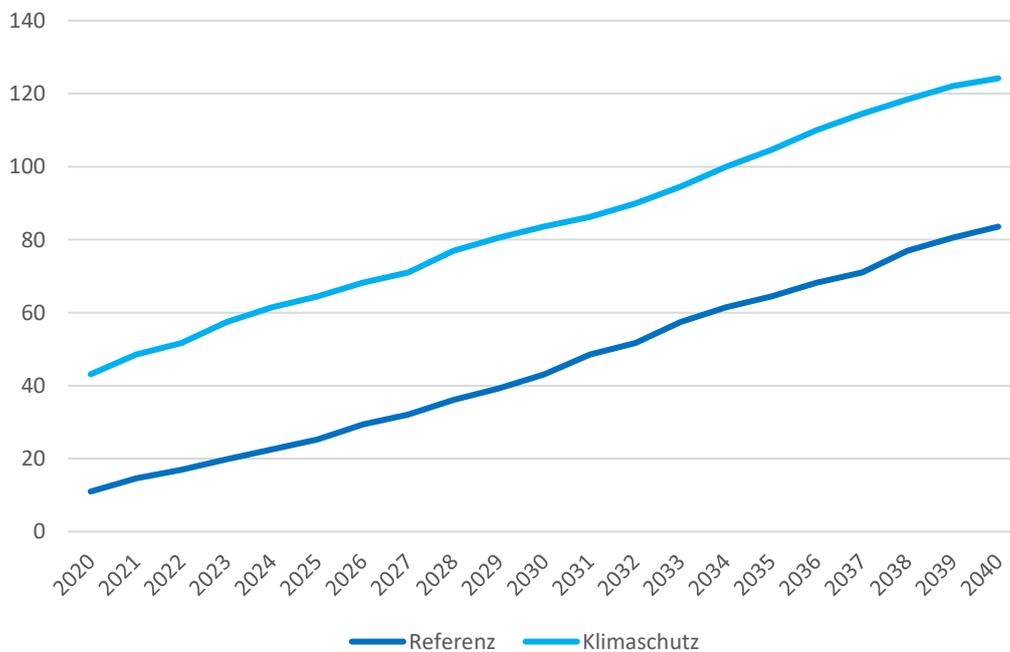


Abbildung 44: Kumulierte Leistung der Heizungsanlagen (Energieträger: Gas) nach Szenario. Quelle der Daten: Schornsteinfegerinnung. Eigene Darstellung der EnergyEffizienz GmbH

V.2.7. Biomasse

In Rheinland-Pfalz erzeugten die Pelletheizungen ca. 525 Mio. kWh/a der Wärmeenergie⁴⁷, ca. 2,7 % aller Gebäude verfügen bereits über eine Pelletheizung. Deutschlandweit stieg die Nutzung von Pelletheizungen zur Wärmebereitstellung in den Jahren 2012 - 2021 konstant an und hat sich im besagten Zeitraum verdoppelt⁴⁸.

Die Nutzung von Biomasse ist aus Sicht des Klimaschutzes bedingt empfehlenswert. Die bei der Verbrennung freiwerdenden Emissionen – im Gegensatz zu den Emissionen aus fossilen Brennstoffen – werden dem Kreislauf des Wachstums und Kompostierung von Biomasse (insbesondere Holz) zugeordnet, so dass bilanziell nur sehr geringe Emissionen für Aufbereitung und Transport anfallen. Diese Rechnung gelingt allerdings nur, wenn entsprechende Biomasse nachwachsen kann. Zusätzlich ist die Nutzung von Biomasse zur Wärmeversorgung aufgrund bestehender Nutzungskonflikte nur in Maßen zu befürworten.

Der Begriff Biomasse oder Bioenergie ist ein Oberbegriff, der sowohl feste, flüssige als auch gasförmige Biomasse beinhaltet. Unter fester Biomasse werden gemeinhin Holz und Gehölz aus Forst- und Landwirtschaft verstanden, jedoch können auch feste biogene Abfall- und Reststoffe wie Dung, Stroh etc. dazugezählt werden. Die am häufigsten auftretende Form flüssiger Biomasse ist Pflanzenöl für Heizkraftwerke oder Biokraftstoffe. Gasförmige Biomasse ist insbesondere Biogas und Biomethan, welches durch Vergärung von Energiepflanzen produziert wird. Da Holz aus der Forstwirtschaft neben Biogas als wichtigster nachhaltiger Energieträger angesehen wird, wird sich an dieser Stelle darauf fokussiert, zumal Biogas bereits im Kapitel zum Stromsektor betrachtet wird, sowie biogene Abfallprodukte im nachfolgenden Kapitel zu Abfall.

Die Nutzung von Holz zur Energieproduktion ist umstritten. Zum einen stellt Holz einen wertvollen Rohstoff dar, für den höherwertige Verwendungsmöglichkeiten als die Verfeuerung bestehen (z.B. als Baumaterial), zum anderen stellt der Wald als solches eine wichtige CO₂-Senke dar. Holz, welches nicht anderweitig genutzt werden kann, bietet jedoch eine klimafreundliche Energiequelle zur Wärmeversorgung.

⁴⁷ (Agentur für Erneuerbare Energien, 2022)

⁴⁸ Anzahl der Pelletheizungen 2012: ca. 280.000, Anzahl der Pelletheizungen 2020: 570.000. Quelle: (Statista, 2022)



Grundsätzliches Potenzial

In der Bilanz ist zu erkennen, dass die energetische Nutzung der Biomasse mit rund 15.600 MWh im Jahr 2019 etwa 6 % der Wärmeversorgung in der *VG Langenlonsheim-Stromberg* einnimmt.

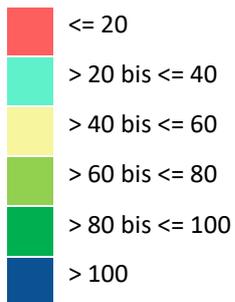
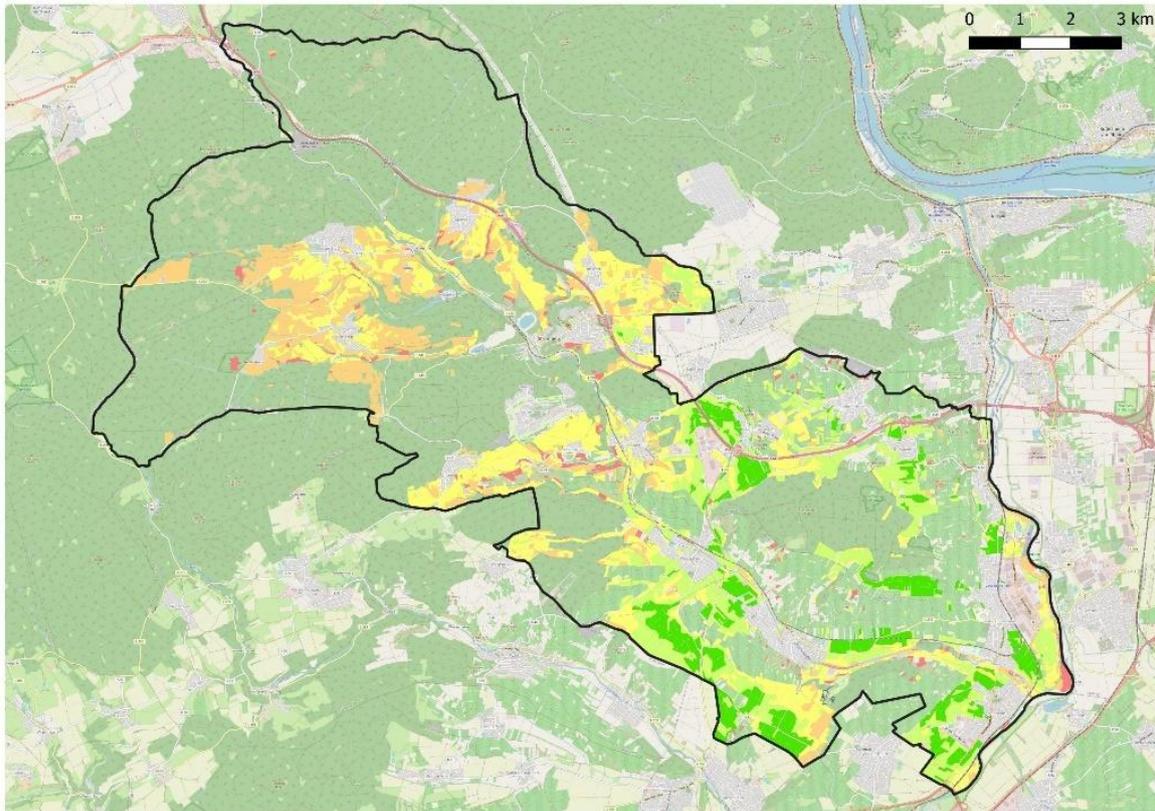


Abbildung 45: Ackerzahl auf der Gemarkung der Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg. Quelle der Daten: Energieatlas Rheinland-Pfalz. Eigene Darstellung der Energy Effizienz GmbH

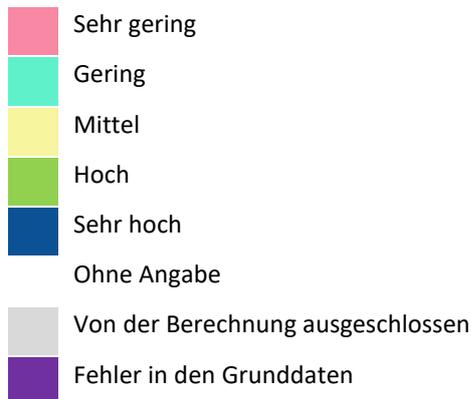
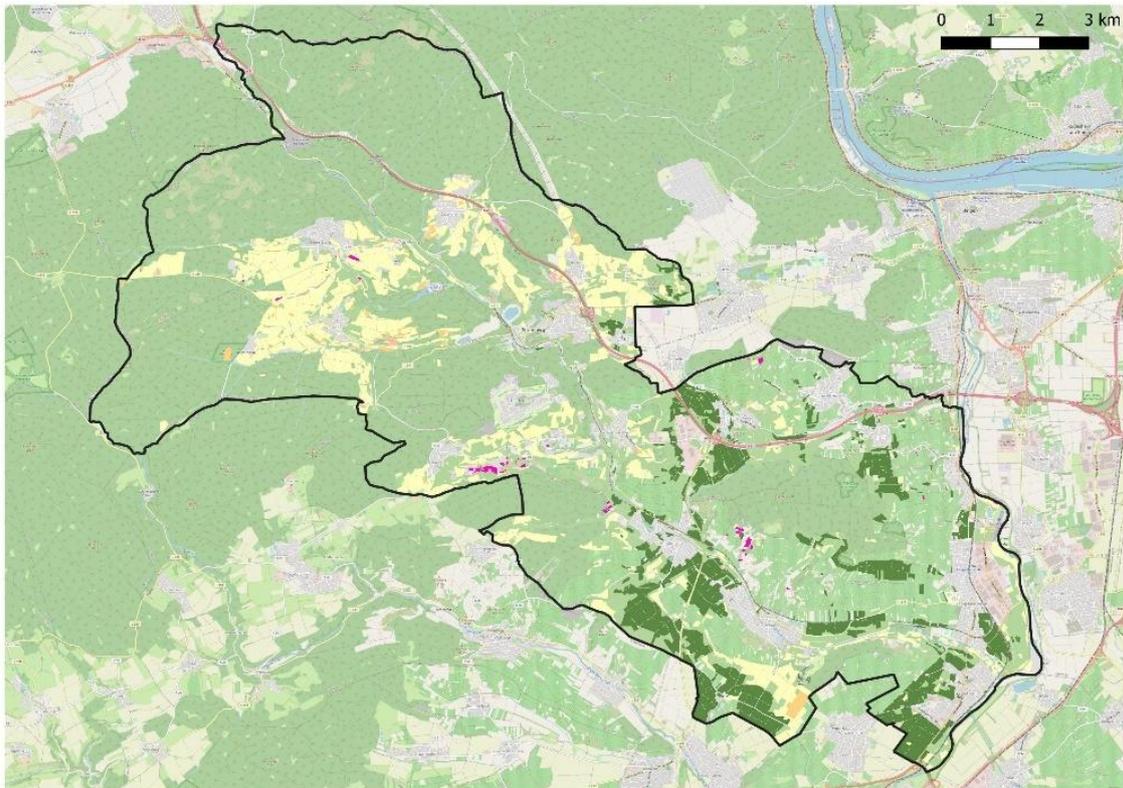


Abbildung 46: Potenzieller Biomasseertrag auf der Gemarkung der Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg. Quelle der Daten: Energieatlas Rheinland-Pfalz. Eigene Darstellung der Energy Effizienz GmbH

Bezüglich des lokalen Potenzials fester Biomasse wird in der *VG Langenlonsheim-Stromberg* der Forstbestand betrachtet. Aufgrund der Datenlage war es nicht möglich, die flächendeckenden Informationen für die gesamte Gemarkung der *Verbandsgemeinde* zu erhalten (s. Abbildung unten).

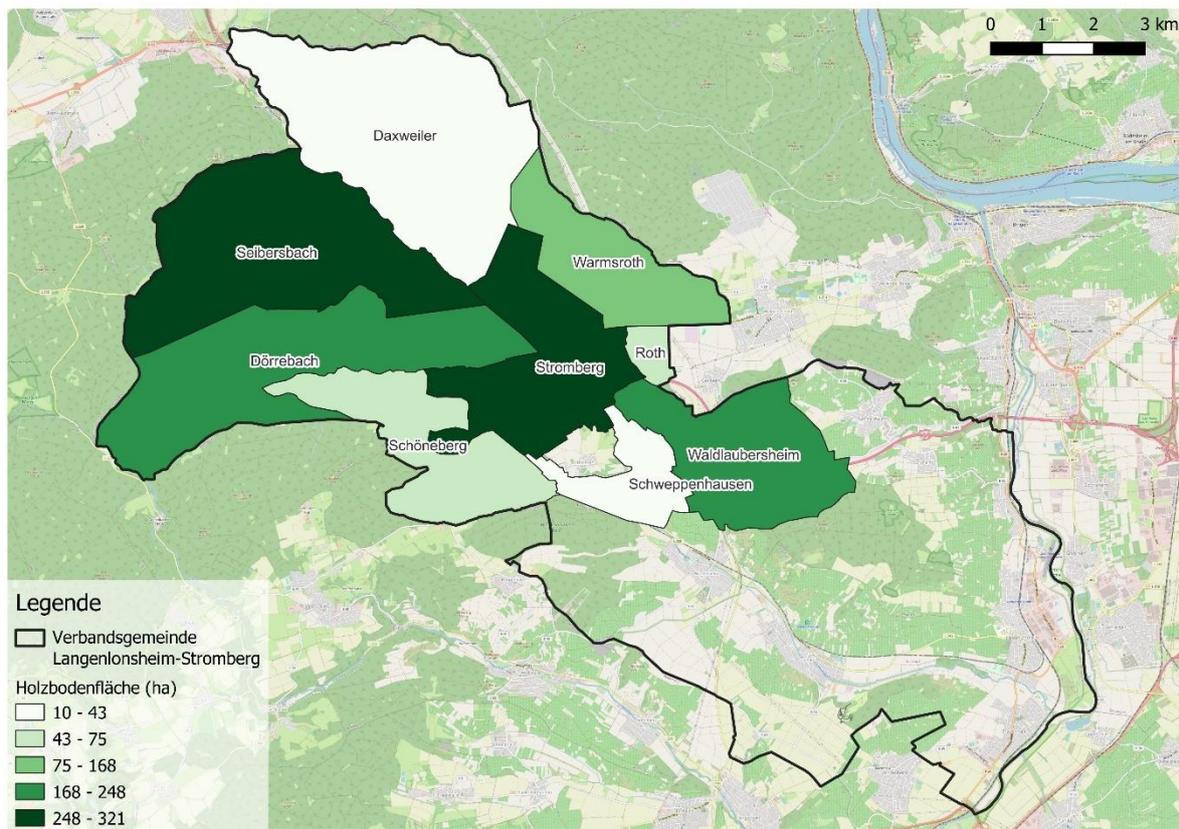


Abbildung 47: Holzbodenfläche auf der Gemarkung der ausgewählten Ortsgemeinden der Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg. Quelle der Daten: Forstrevier Stromberg. Hintergrundkarte: Open Street Maps. Eigene Visualisierung der EnergyEffizienz GmbH

Die Holzbodenfläche der abgebildeten Gemeinden der *Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg* umfasst ein Gebiet von rund 1.200 ha. Aus den vorhandenen Informationsquellen wird ersichtlich, dass Laubbäume rund 67 % der Waldfläche ausmachen, der Rest (33 %) ist auf Nadelbäume zurückzuführen. Eine ähnliche Struktur des Baumbestandes auf den Flächen der Privatwäldern ist zu erwarten.

Die Rolle der Wälder im Kontext der globalen Klima- und Umweltpolitik ist nicht zu unterschätzen – der Beitrag vom LULUCF⁴⁹-Sektor zur Emissionsreduktion lässt sich nach bereits ausgearbeiteten Methodiken konkret quantifizieren⁵⁰. Die aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse gehen davon aus, dass 1 m³ Holz im Wald ca. 1 Tonne CO₂ speichern kann. Dank der erhöhten Aufmerksamkeit gegenüber den lokal vorhandenen Wäldern und Holzpotenzialen lässt sich auch ein Beitrag der jeweiligen Kommune zu den globalen klima- und umweltpolitischen Maßnahmen erkennen.

⁴⁹ Aus der engl. Abkürzung „Land-Use, Land-Use Change and Forestry“

⁵⁰ Für die weiteren sektorspezifischen Erläuterungen s. (UNFCCC, 2022)

Gleichzeitig leiden die Wälder in Deutschland schon seit mehreren Jahren unter dem Klimawandel und der damit verbundenen verstärkten Trockenheit sowie dem vermehrten Auftreten von Schädlingen wie dem Borkenkäfer.⁵¹ Insofern ist eher mit einer Verringerung des Waldpotenzials in der Zukunft zu rechnen. Grundsätzlich wird nur ein gewisser Teil der gesamten Entnahme des jährlichen Holzzuwachses direkt der energetischen Nutzung zugeführt.

Die vorhandenen Daten über die Wald- und Forstwirtschaftsflächen in der *VG Langenlonsheim-Stromberg* lassen konkrete Energieholzpotenziale bestimmen. Die gesamte Holzbodenfläche der oben abgebildeten Gemeinden weist den Wert von ca. 1.200 ha aus. Die durchschnittlichen Angaben über die jeweiligen Baumarten in Rheinland-Pfalz deuten darauf hin, dass ein Fünftel der entsprechenden Fläche von Buchen bedeckt wird (22 %), gefolgt von Eichen (21 %) und Fichten (20 %). Unter der Annahme, dass die Heizwerte dieser Baumarten zwischen 3,7 und 4,2 kWh/kg betragen sowie mit den vorhandenen Daten über die jährlichen Zuwachsraten lässt sich ein Potenzial bestimmen. Es ist allerdings anzumerken, dass die Berechnung des Potenzials nach zwei verschiedenen Methoden verläuft, um die untere und obere Grenze der bestehenden Potenziale bestimmen zu können.

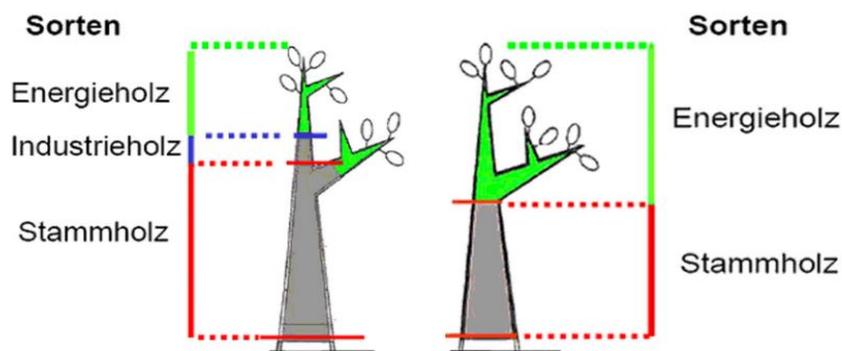


Abb. 1: Herkömmliche Aushaltungsvariante.

Abb. 2: "Stammholz-PLUS" Variante.

Abbildung 48: Erläuterung verschiedener Methodologien während der Berechnung des Energieholzpotenzials⁵²

Zwei Perspektiven auf die Energieholzgewinnung gelten als Grundannahmen. Einerseits wird die klassische Herangehensweise genommen, die die Energieholzmengen nach herkömmlicher Aushaltungsvariante berechnet. Andererseits wird die Methodik „Stammholz-

⁵¹ (Spiegel, 2021)

⁵² Quelle der Abbildung: (Waldwissen, 2007)



PLUS“ verwendet, wo eine deutlich intensivere Benutzung der Stammengen angenommen wird. Insgesamt sehen die Potenziale je nach Methodik wie folgt aus:

Tabelle 13: Übersicht der Energieholzpotenziale auf der Gemarkung der Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg

gesamt jährlich verfügbare Energiemenge [MWh/a]	Energieholz nach herkömmlicher Aushaltungsvariante [MWh/a]	Energieholz nach "Stammholz-PLUS" Variante [MWh/a]
33.000	4.600	11.900

Szenarien

Der Rolle von Biomasse wird in verschiedenen bundesweiten Szenarien eine unterschiedliche Bedeutung zugeordnet. Aufgrund der lokalen Ressourcen und gleichzeitig der bereits genannten Nutzungskonflikte wird für die *Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg* von einer moderaten Nutzung des Energieträgers zur Wärmeerzeugung ausgegangen. Für die Szenarien werden auf Basis des bisherigen Zubaus in der *VG Langenlonsheim-Stromberg* und in Anlehnung an bundesweite Empfehlungen folgende Annahmen getroffen:

Referenzszenario

Der lokale Zubau in den vergangenen fünf Jahren (2015-2019) in der *Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg* von BAFA-geförderten Pelletheizungen entsprach jährlich durchschnittlich neun Anlagen bei privaten Haushalten und einer weiteren Anlage im gewerblichen Sektor.⁵³ Im Referenzszenario wird von einer Fortführung dieses Trends ausgegangen. Bis 2040 können so weitere ca. 4.800 MWh/a Wärme (Gesamtwert: ca. 20.500 MWh/a) bereitgestellt werden. In der gesamtstädtischen Beheizungsstruktur erhält damit die Biomasse den Anteil von ca. 8 % (2040).

Anmerkung: Neben dem Zubau wird der Verbrauch von Biomasse durch Sanierungsmaßnahmen deutlich reduziert, weshalb die Werte im Fazit nicht exakt der Summe des Status quo und des Zubaus entsprechen.

⁵³ BAFA

Klimaschutzszenario

Um dem Ziel der Klimaneutralität näher zu kommen, werden sowohl ambitionierte Sanierungsraten als auch ambitionierte Ausbauraten der regenerativen Wärmeträger angenommen. Die Ressource Biomasse ist jedoch limitiert und weitere wichtige Nutzungsmöglichkeiten des Rohstoffs bestehen.

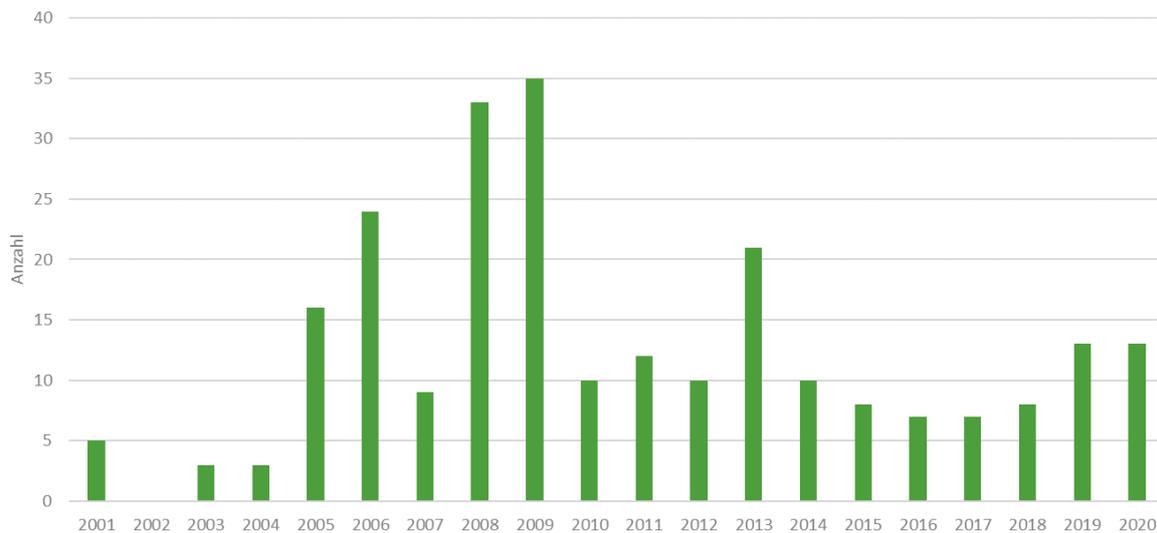


Abbildung 49: Zubau der BAFA-geförderten biomassebetriebenen Anlagen in der Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg. Quelle der Daten: BAFA. Eigene Darstellung der EnergyEffizienz GmbH

Der Zubau von Biomasse-Anlagen in der *VG Langenlonsheim-Stromberg* war in dem Zeitraum 2015-2019 relativ konstant. Es wird ein jährlicher Zubau von 12 Anlagen pro Jahr für die privaten Haushalte sowie 3 Anlagen im gewerblichen Sektor angenommen. Auch im Industriesektor kommt Biomasse mit einem Zubau von einer industriellen Anlage jährlich zum Einsatz. Damit ist 2040 mit ca. 33.000 MWh/a auf die Biomasse bezogener Wärmeenergie zu rechnen. Bis 2040 erhöht sich der Anteil der Biomasse in der Beheizungsstruktur der VG auf 22 %.

V.2.8. Abfall

Die Behandlung des Themas „Abfall“ ist in der *Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg* nur innerhalb der landkreisbezogenen Daten möglich, da das Thema der Abfallversorgung hauptsächlich auf der Ebene des Landkreises behandelt wird. Hier lassen sich erfahrungsgemäß hohe Verknüpfungen und Interdependenzen mit Nachbarkommunen identifizieren, was auf eine tiefere separate Analyse des Bereichs für die *Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg* selbst hinweisen soll.



Während Hausmüll klassischerweise thermisch entsorgt und die Verbrennung zur Energiegewinnung genutzt wird, bergen insbesondere die Abfallarten Grünschnitt und Bioabfall weiteres Potenzial. Projiziert man die landkreisbezogenen Daten ausschließlich auf die Bevölkerung der *Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg*, lassen sich folgende Werte ablesen:

Tabelle 14: Aufkommen an Bioabfall und Grünschnitt (Tonnen) aus öffentlicher Sammlung 2017-2022 in der Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg (Hochrechnung). Quelle: Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz

	Biomüll (t)	Grünschnitt (t)
2016	2.614	406
2017	2.560	379
2018	2.537	344
2019	2.504	336
2020	2.614	201

Besondere Aufmerksamkeit ist hier den Bioabfällen zu widmen, da diese abschließend energetisch verwertet werden können. Der aktuelle Wert für die *Verbandsgemeinde* liegt bei ca. 122 kg pro Einwohner. Rein theoretisch kann man mindestens ein Drittel des Hausmülls dazu zählen, da die Bioabfälle oft inkorrekt sortiert werden⁵⁴. Während bei der Vergärung Gas anfällt, welches klassischerweise (energetisch) genutzt wird, fällt bei der Kompostierung weniger Gas an, jedoch entweicht dieses ungehindert in die Atmosphäre. Hier entfällt insofern ein doppelter Effekt: Treibhausgase gelangen in die Luft und ihre energetische Verwertungsmöglichkeit wird nicht genutzt.

Pro Tonne Bioabfall lassen sich als grober Richtwert zwischen 85 und 125 m³ Biogas erzeugen (Methangehalt: 50-80%). Die energetische Verwertung der Bioabfälle in Rheinland-Pfalz dient sowie der dezentralen Strom- als auch Wärmeerzeugung. Nimmt man diese Annahmen in Betracht und rechnet man diese Zahl runter, ergeben sich für die *Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg* folgende Werte:

⁵⁴ Deutschlandweite Studien zeugen davon, dass ca. 40% des Restmülls der Biomülltonne zuzuordnen ist (Ministerin für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg, 2022) S. 75

Tabelle 15: Übersicht der theoretisch erreichbaren Energiemengen aus der Biomüllmengen der Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg

	Potenzial gesamt min	Potenzial gesamt max	Potenzial pro Kopf min	Potenzial pro Kopf max
Potenzieller Energieertrag der Verbandsgemeinde (MWh)	1.435	2.100	9,1	13,3

Unter der Annahme, dass eine Tonne der verwerteten Biomüllmenge ca. 194 kg CO₂-Äquivalent einspart, könnte man in der *Verbandsgemeinde* allein 3.700 t CO₂ (24 kg pro Einwohner) vermeiden.

V.2.9. Solarthermie

Grundsätzliches Potenzial

Der Zubautrend für Solarthermie ist deutschlandweit in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen, obwohl die Technologie geeignet ist, um klimafreundlich Wärme zu erzeugen und auch parallel zur Photovoltaik ausgebaut werden kann. Die gleiche Tendenz ist innerhalb der *Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg* zu beobachten. Im Zeitraum 2015-2019 wurden nur 45 von der BAFA geförderten solarthermischen Anlagen zugebaut⁵⁵. Derzeit werden mit 1.500 MWh/a nur 0,5 % der Wärmeversorgung in der *VG Langenlonsheim-Stromberg* über Solarthermie gedeckt.

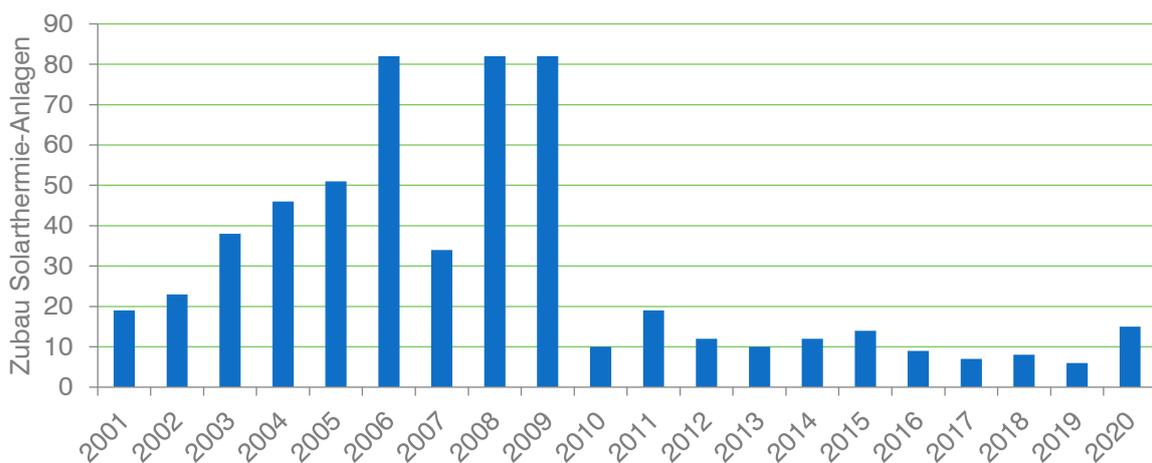


Abbildung 50: Zubauraten von solarthermischen Anlagen in der Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg. Quelle der Daten: BAFA. Eigene Darstellung der Energy Effizienz GmbH

⁵⁵ Anzahl 2020: 3 Anlagen, Anzahl 2021: 2 Anlagen



Szenarien

Die in den meisten bundesweiten Studien deklarierten Anteile der Solarthermie an der lokalen Wärmeversorgung belaufen sich selten über den Wert von 5 %. Es besteht also mindestens ein 10-faches Potenzial zum weiteren Ausbau der entsprechenden Wärmeerzeugungsanlagen vor Ort. Es wird, wie bei Photovoltaik, davon ausgegangen, dass die bestehenden Anlagen nach ihrer angenommenen Lebensdauer erneuert werden und der Zubau dazu ergänzend erfolgt. Folgende Ausbauraten werden in den jeweiligen Szenarien angenommen:

Referenzszenario

Der Trend der Ausbauraten von Solarthermieanlagen (2015-2019) liegt derzeit bei zwei Anlagen bei privaten Haushalten pro Jahr. Für das Referenzszenario wird der Trend fortgeschrieben sowie ein Trend der Ausbauraten von Solarthermieanlagen (2015-2019) liegt derzeit bei neun Anlagen bei den privaten Haushalten pro Jahr gesehen. Für das Referenzszenario wird der Trend fortgeschrieben sowie ein jährlicher Zubau von zwei gewerblichen Anlagen⁵⁶ angenommen. Bis 2030 können so weitere 400 MWh/a Wärme und bis 2040 rund 750 MWh/a zusätzlich aus Solarthermie bereitgestellt werden. In der gesamtstädtischen Beheizungsstruktur erhält damit die Solarthermie einen Anteil von ca. 1,3 % (2040). Die zusätzliche Emissionseinsparung liegt 2030 gegenüber 2019 bei rund 125 t CO₂/a und 2040 bei 240 t CO₂/a.⁵⁷

Klimaschutzszenario

Im Klimaschutzszenario erfolgt ein deutlich intensiverer Ausbau der Solarthermie. Es ist zu berücksichtigen, dass aufgrund von Sanierungsmaßnahmen insgesamt weniger Wärme benötigt wird. Außerdem werden die anderen Wärmeerzeugungsanlagen (etwa Wärmepumpen und Biomasse) ebenso flächendeckend ausgebaut. Um den Anteil der Solarthermie an der lokalen Wärmeversorgung zu erhöhen (bis 12 % des gesamten Wärmebedarfs), wird der jährliche Zubau von 126 Anlagen im privaten Sektor benötigt, ergänzt von 10 gewerblichen Anlagen.

Bis 2030 können so weitere rund 6.000 MWh/a Wärme und bis 2040 rund 11.500 MWh/a zusätzlich aus Solarthermie bereitgestellt werden. In der gesamtstädtischen

⁵⁶ Unter der Annahme, dass gewerbliche Anlagen die gleiche Größenordnung haben wie Anlagen für private Wohngebäude.

⁵⁷ Die Emissionseinsparung bezieht sich auf den Ersatz einer Öl- oder Gasheizung.

Beheizungsstruktur erhält damit die Solarthermie den Anteil von ca. 12 % (2040). Die Emissionseinsparung liegt 2030 gegenüber 2019 bei rund 1.500 t CO₂/a und 2040 bei 3.000 t CO₂/a.

V.2.10. Wärmepumpen/Geothermie

Durch die Kombination eines Wärmetauschers mit einer Wärmepumpe kann die in der Umgebung gespeicherte Wärme zur Beheizung eines Gebäudes und zur Warmwasserbereitung genutzt werden. Der Wärmetauscher kann dabei die Umgebungsluft, ein Erdwärmekollektor (horizontal, in ca. 1,5 m Tiefe), eine Erdwärmesonde (vertikal, bis zu 100 m Tiefe) oder das Grundwasser darstellen. Die Nutzung der Umgebungsluft ist uneingeschränkt möglich, aber weist im Vergleich zu den übrigen Wärmetauschern den geringsten Wirkungsgrad auf. Wird die Wärmepumpe mit grünem Strom betrieben, stellt sie eine der umweltfreundlichsten Heizformen dar, da der Emissionsfaktor sehr gering ausfällt. Deswegen bietet sich die Kombination einer Wärmepumpe mit einer PV-Anlage an. Entsprechend ihrer Funktionsweise haben Wärmepumpen ein begrenztes Temperaturniveau, welches ihren Einsatz hauptsächlich in Neubauten und sanierten Bestandsgebäuden sinnvoll macht. Durch Kombination mehrerer Wärmepumpen ist jedoch auch die Nutzung im gewerblichen und industriellen Bereich möglich.

Laut den BAFA-Daten wurden in der *VG Langenlonsheim-Stromberg* (Stand 2019) 60 Wärmepumpen installiert. In den folgenden zwei Jahren (2020-2021) erlebte die lokale Wärmepumpen-Branche einen Aufschwung – zum Zeitpunkt 2022 können in der *Verbandsgemeinde* mindestens 92 Wärmepumpen gefunden werden. Es ist allerdings zu erwähnen, dass die bestehende Datengrundlage sich ausschließlich auf die geförderten Anlagen orientiert. Dies bedeutet, dass die tatsächliche Anzahl der installierten Wärmepumpen höher sein kann, besonders in einigen Neubauten und gewerblichen Gebäuden zum Zwecke der Selbstversorgung. Das Gesamtpotenzial der *Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg* für die Nutzung von Wärmepumpen lässt sich nicht beziffern, da insbesondere die hierfür verwendete Umweltwärme aus der Luft annähernd uneingeschränkt vorhanden ist.

Das Thema der Wärmepumpen wird in den darauffolgenden Unterkapiteln aufgrund der besonderen Bedeutung im gesamten deutschen Klimaschutzsektor detaillierter betrachtet.



Allgemeine Trends

In der Studie „Durchbruch für die Wärmepumpe“ weist Agora Energiewende darauf hin, dass die Realitätsverhältnisse der neuen Installationen von Wärmepumpen deutlich hinter den formulierten Zielen (6.5 Mio. Wärmepumpen bis zum Jahr 2030⁵⁸) bleiben. Die Einführung von zusätzlichen Anreizinstrumenten sowie die eigene Initiative der einzelnen Kommunen und Gebietskörperschaften auf Basis des Subsidiaritätsprinzips sind dementsprechend notwendig.

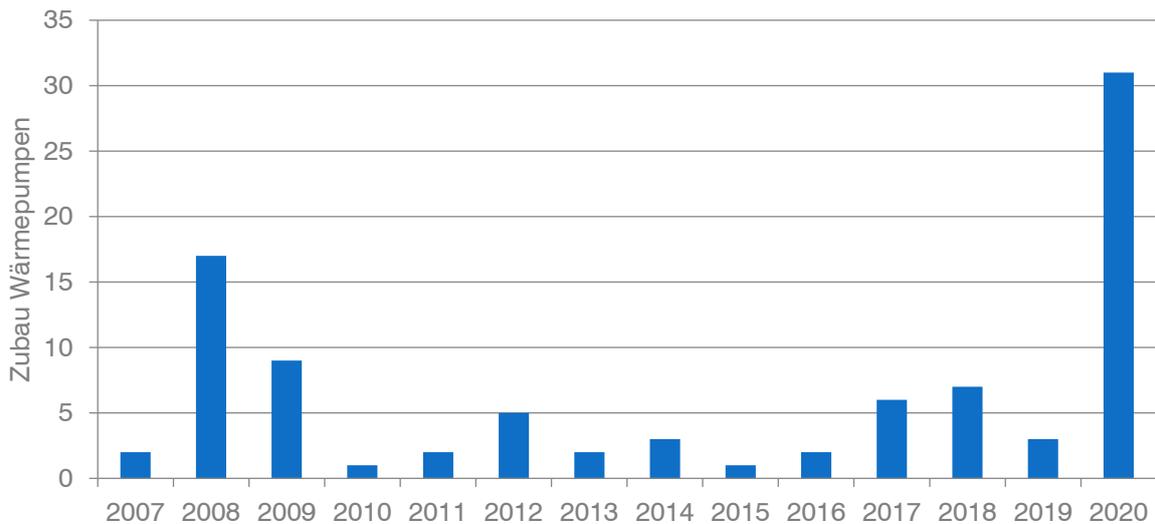


Abbildung 51: Zubauraten von Wärmepumpen in der Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg. Quelle der Daten: BAFA. Eigene Darstellung der Energy Effizienz GmbH

Wärmepumpen und Gebäudebestand

Zieht man in Betracht, dass die Wärmepumpen prädominant in den Ein- oder Zweifamilienhäusern installiert wurden (s. Studie „Durchbruch für die Wärmepumpe“ von Agora Energiewende), kommen für die *VG Langenlonsheim-Stromberg* ca. 7.600 Gebäude in die engere Betrachtung für die Nutzung von Wärmepumpen.⁵⁹ Dazu kommt die Anzahl der Wärmepumpen in den geplanten zukünftigen Neubauten. Jedoch lässt sich auch eine verstärkte Nutzung auch bei den Bestandsgebäuden erkennen (vgl. folgende Abbildung). Die Möglichkeit der Nutzung im Bestand wird grundsätzlich für 2/3 der Bestandsgebäude von Wohngebäuden ohne komplexe Sanierungs- oder Umbaumaßnahmen für möglich erachtet⁶⁰.

⁵⁸ (Prognos, 2021)

⁵⁹ Grundlage der Berechnung: Daten der ZENSUS-Datenbank bezüglich der Anzahl von Ein- und Zweifamilienhäusern in der analysierten Gemeinde

⁶⁰ (Öko-Institut und Fraunhofer ISE, 2022)

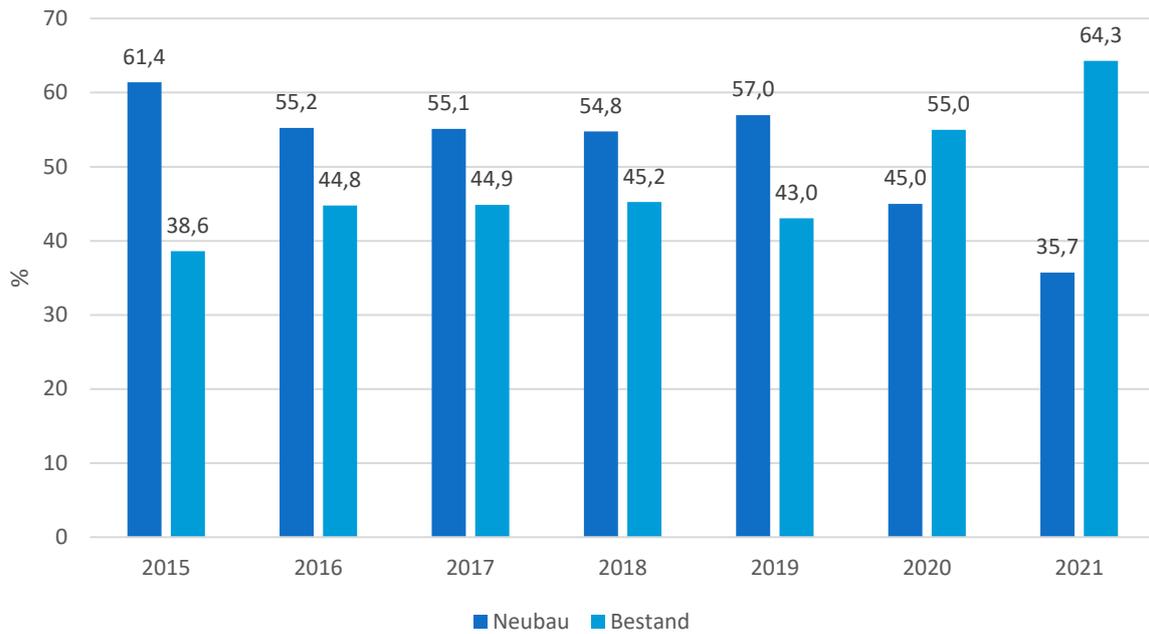
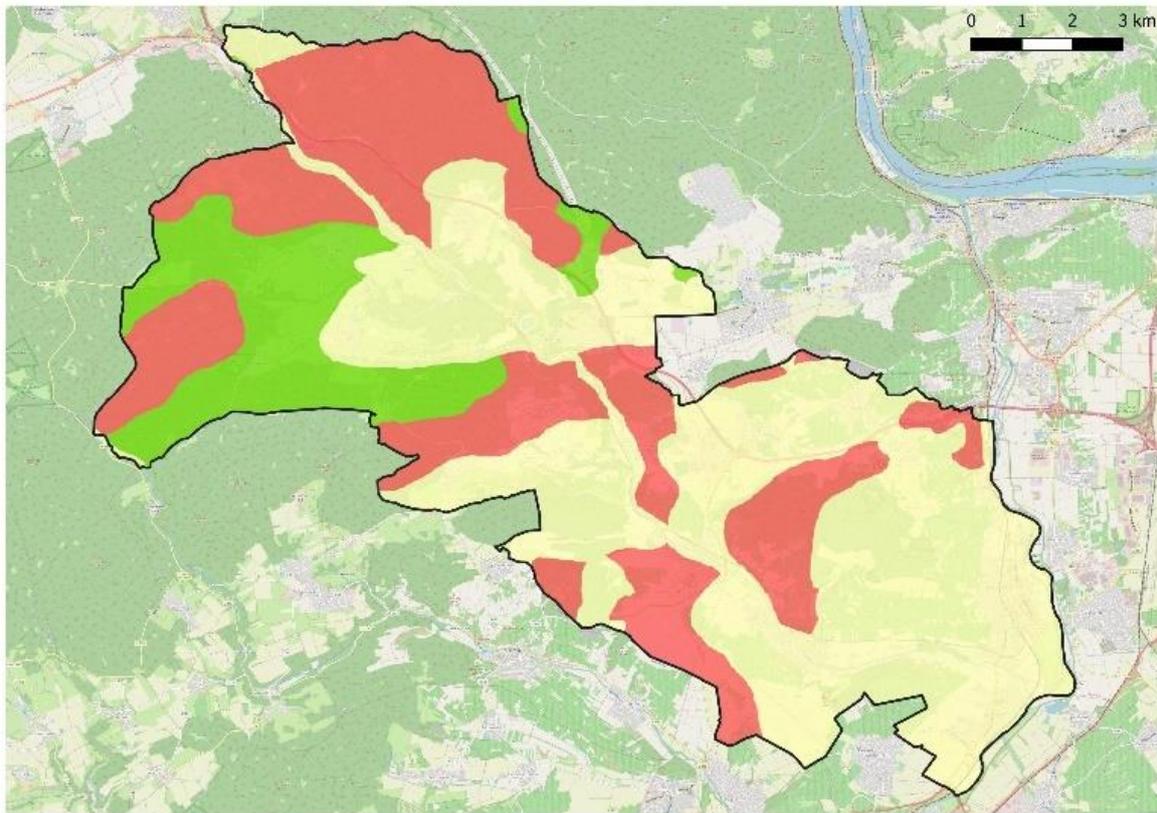


Abbildung 52: Prozentuale Anteile der installierten Wärmepumpen in Neubauten und bestehenden Gebäuden in Deutschland (Vergleich). Grundlage der Daten: Absolute Anzahl der Wärmepumpen in „Durchbruch für die Wärmepumpe“ (Agora Energiewende 2021 basierend auf Marktdaten des Bundesverbands Wärmepumpen (BWP) sowie Destatis (2022)). Eigene Darstellung der relativen Werte und Design der Energy Effizienz GmbH.

Im Folgenden werden die Grundvoraussetzungen für oberflächennahe Erdwärmenutzung vor Ort betrachtet.

Erdwärmekollektoren & -sonden

Der Energieatlas Rheinland-Pfalz stellt eine detaillierte Geopotenzialkarte für Rheinland-Pfalz zur Verfügung, in der ortsgenaue Informationen zur Eignung des Standorts für oberflächennahe Geothermie abgerufen werden können.⁶¹ Die grundsätzliche Bodeneignung für Installation der Erdwärmekollektoren und -sonden in der *VG Langenlonsheim-Stromberg* ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Die Fläche ist insgesamt auf dem Großteil der Gemarkung der *Verbandsgemeinde* gut geeignet.



-  Gut bis sehr gut geeignet: grund- und staunasse Böden
-  Geeignet: tiefgründige Böden ohne Vernässung
-  Meist weniger geeignet: flachgründige Böden mit anstehendem Gestein

Abbildung 53: Eignung des Bodens für Erdwärmekollektoren. Quelle der Daten inkl. Legende: Energieatlas Rheinland-Pfalz. Eigene Darstellung der Energy Effizienz GmbH

Die Wärmeentzugsleistung des Bodens wird in der folgenden Abbildung für eine Tiefe von 2 Metern dargestellt, um unter anderem die Eignung für Erdwärmekollektoren darzustellen. In den grau gefärbten Gebieten sind die Voraussetzungen für Erdwärmekollektoren bspw. aufgrund des hohen Versiegelungsgrads eher ungünstig. Die restliche gelb markierte Fläche bietet sich jedoch mit einer Wärmeleitfähigkeit zwischen 1,2 bis $< 1,4 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ für den Bau der geothermischen Anlagen an.

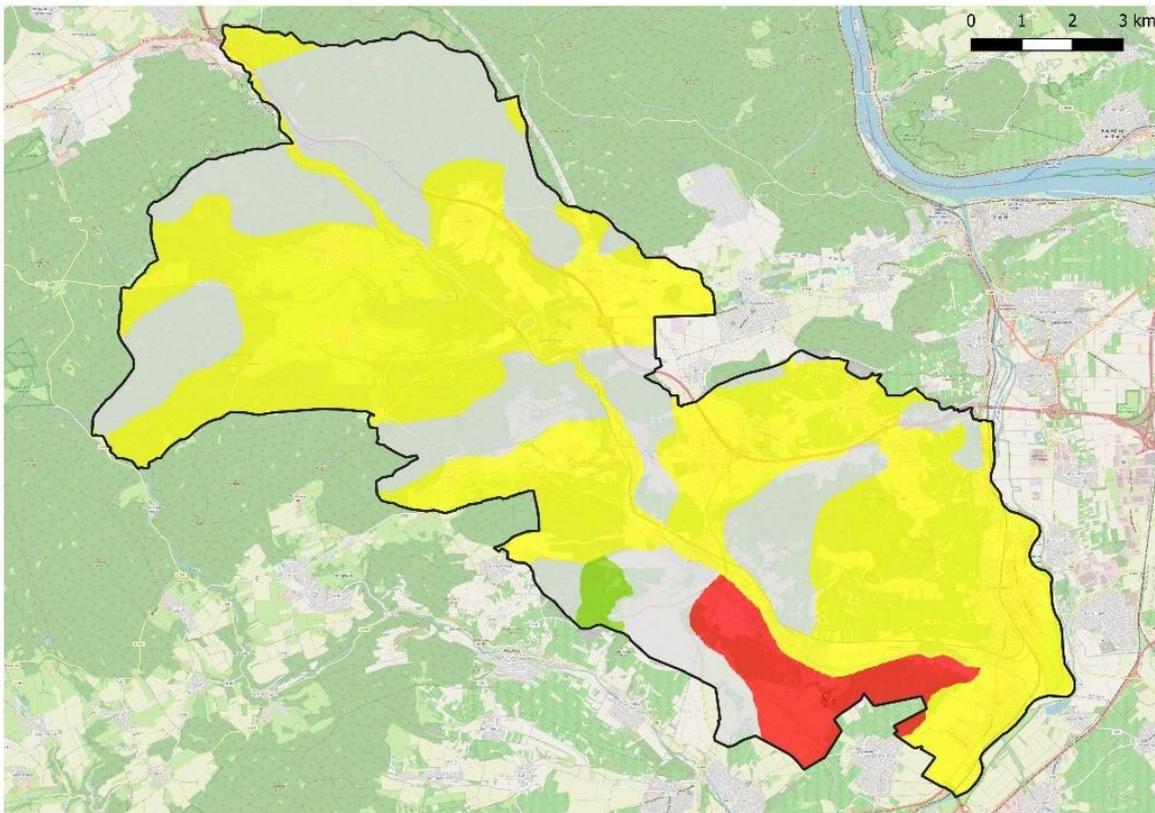


Abbildung 54: Darstellung der mittleren Wärmeleitfähigkeit des Bodens für die Installation der Erdwärmekollektoren. Quelle der Daten inkl. Legende: Energieatlas Rheinland-Pfalz. Eigene Darstellung der Energy Effizienz GmbH

Laut dem Energieatlas Rheinland-Pfalz sind auf der Gemarkung der *Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg* keine Trinkwasser- und Heilquellenschutzwassergebiete zu finden. Allerdings beziehen sich einige aus der Perspektive des Wasserschutzrechts relevante Angelegenheiten auf Mineralwassereinzugsgebiete und andere Restriktionsgebiete im Südosten und am nördlichen Rande der *Verbandsgemeinde*.

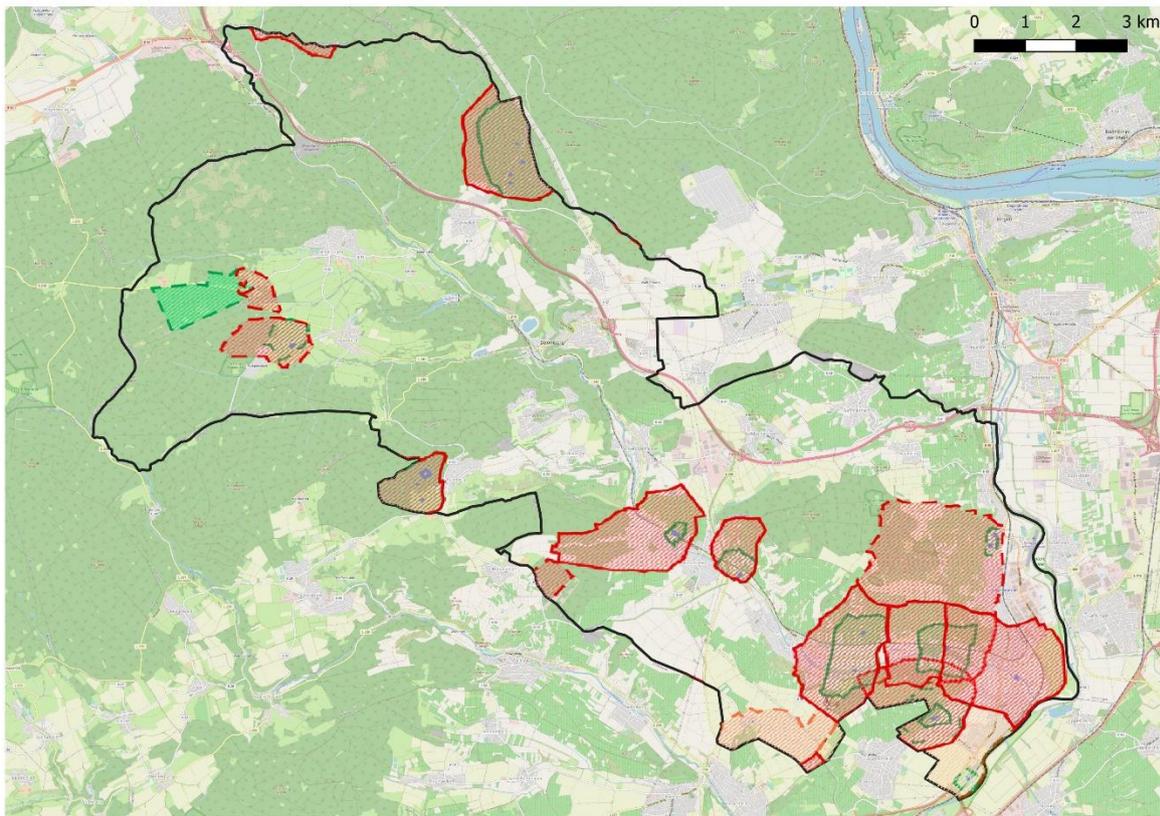
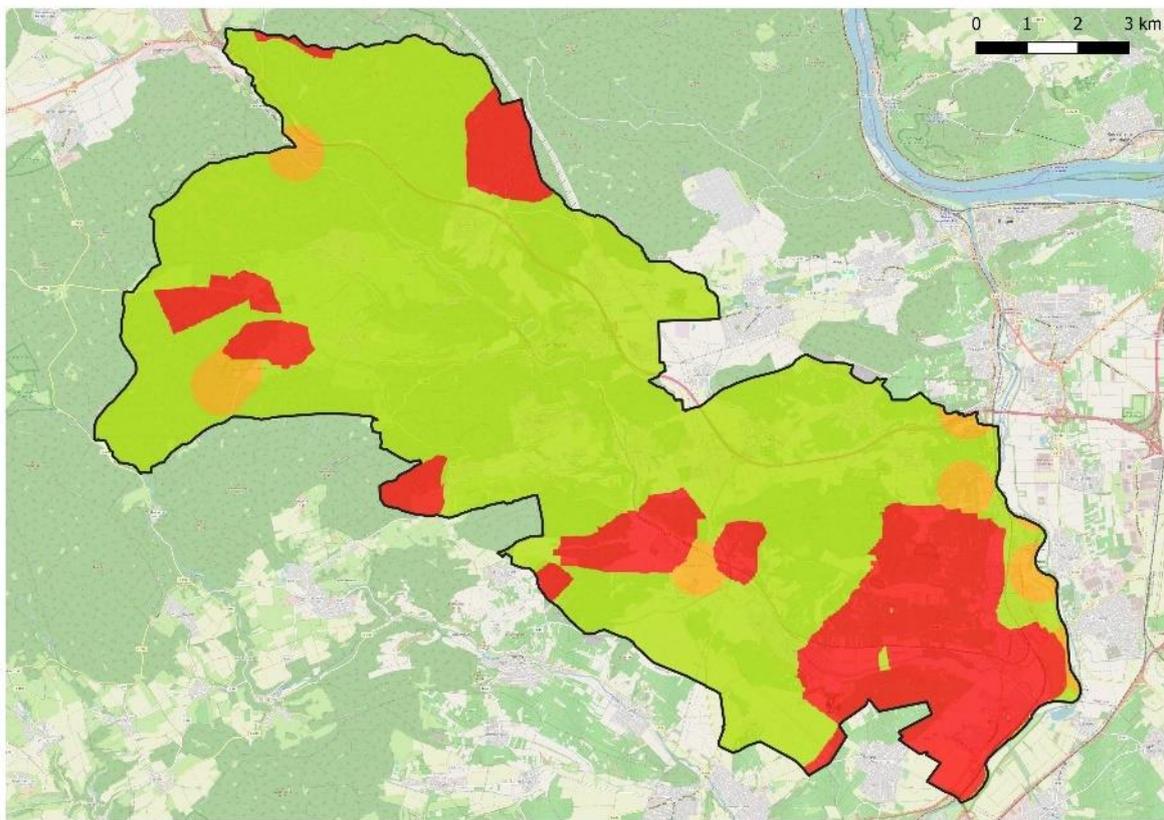


Abbildung 55: Übersicht der aus der wasserschutzrechtlichen Perspektive eingeschränkter Gebiete für die Installation der Erdwärmekollektoren und -sonden. Für die genaue Erläuterung siehe Originalquelle. Quelle der Daten: Energieatlas Rheinland-Pfalz. Eigene Darstellung der EnergyEffizienz GmbH

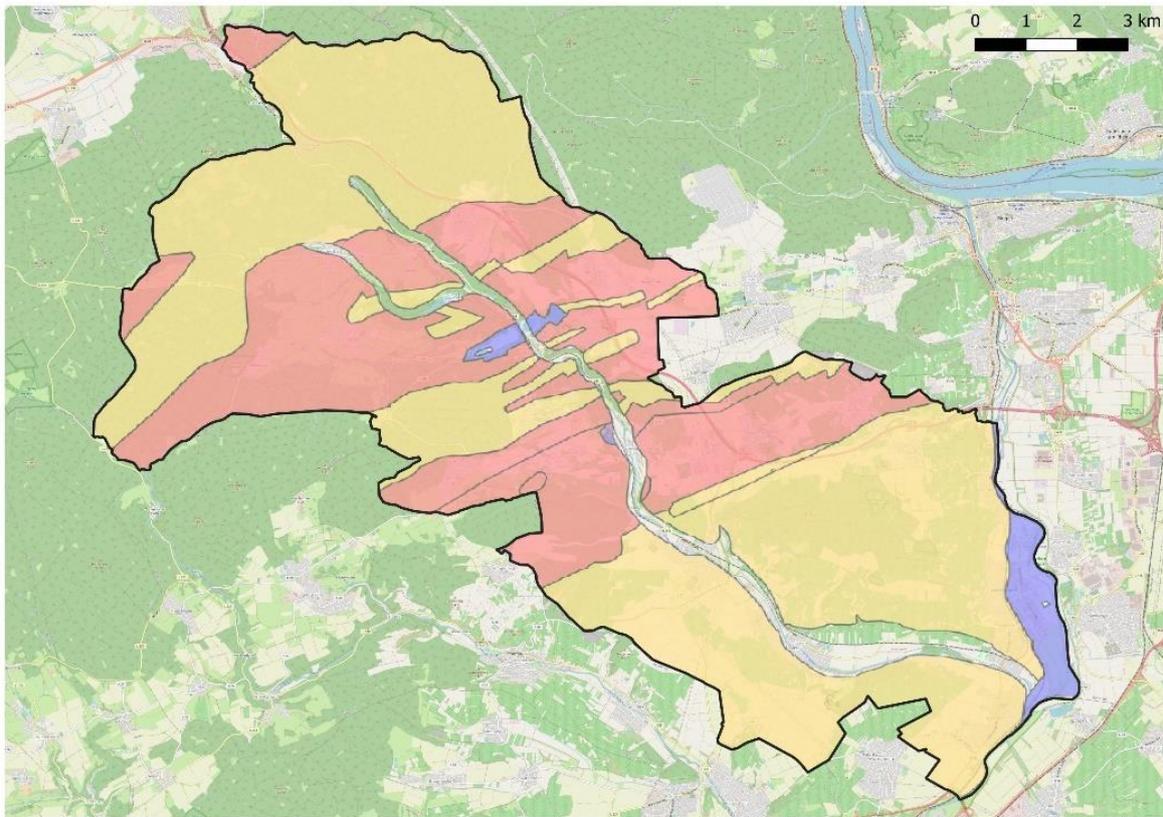
Die Daten der Energieatlanten bieten unter anderem die Übersicht der allgemeinen Effizienz der Fläche für die Installation der geothermischen Anlagen. Einige Gebiete im Nordwesten der Verbandsgemeindegemarkung den Einsatz der Erdwärmesonden wegen der vorhandenen Einschränkungen der Bohrtiefe eher nicht geeignet, allerdings bietet sich ca. 75% der restlichen Fläche für die erwähnte Technologie der Wärmegewinnung.



- Antragsablehnung
- Prüfung durch Fachbehörde(n)
- Antragszulassung (ggf. mit Auflagen)

Abbildung 56: Geothermiebezogene Zulassungsregelungen auf der Gemarkung der Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg, Quelle der Daten inkl. Legende: Energieatlas Rheinland-Pfalz. Eigene Darstellung der Energy Effizienz GmbH

Weiterhin erscheint es sinnvoll, die Abbildung der Grundwasserergiebigkeit abzubilden. Dieser Faktor ist während der Planung der tiefen Erdsonden unabdingbar. Die entsprechenden Regelungen stellen einen der wichtigsten Einflussfaktoren während der Planung und Genehmigung von geothermischen Anlagen dar. Es lässt sich ablesen, dass fast alle Flächen der Verbandsgemeindegemarkung sich für die Installation der geothermischen Anlagen eignen. Auf dem Großteil der Verbandsgemeindefläche bestehen aus wasserschutzrechtlichen Sicht keine weiteren Einschränkungen. Allerdings ist hier für die konkrete Planung eine separate Analyse notwendig.



-  Gering
-  Gering - mittel
-  Mittel
-  Mittel - hoch
-  Mittel - sehr hoch

Abbildung 57: Übersicht der Grundwasserergiebigkeit auf der Gemarkung der Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg. Quelle der Daten inkl. Legende: Energieatlas Rheinland-Pfalz. Eigene Darstellung der Energy Effizienz GmbH

Luft-Wärmepumpen

Die Nutzung der Umgebungsluft ist grundsätzlich aufgrund der unbegrenzt vorkommenden Ressource nicht limitiert, Einschränkungen sind durch die Einhaltung von Mindestabständen zu Nachbargebäuden basierend auf der resultierenden akustischen Belastung gegeben (mind. 3 m). Im Vergleich zu den übrigen Wärmetauschern weisen Luft-Wärmepumpen den geringsten Wirkungsgrad auf. Eine detaillierte Analyse überschreitet den Umfang eines *Klimaschutzkonzepts*, kann aber in detaillierteren Analysen wie Quartierskonzepten betrachtet werden.

Szenarien

Die Szenarien werden im Folgenden mit den entsprechenden Ergebnissen beschrieben.

Referenzszenario

Der lokale Zubau in den vergangenen fünf Jahren (2015-2019) in der *Verbandsgemeinde Langenlonsheim-Stromberg* von BAFA-geförderten Wärmepumpen entsprach jährlich durchschnittlich vier Anlagen bei privaten Haushalten.⁶² Im Referenzszenario wird von einer Fortführung des Trends für die privaten Haushalte sowie dem Zubau einer gewerblichen Anlage⁶³ jährlich ausgegangen. Die zusätzliche Wärmebereitstellung durch Wärmepumpen beläuft sich 2030 um rund 1.300 MWh/a und bis 2040 auf 2.500 MWh/a. In der gesamtstädtischen Beheizungsstruktur erhalten die Wärmepumpen den Anteil von ca. 4 % (2040). Die zusätzliche Emissionseinsparung liegt 2030 gegenüber 2019 bei rund 600 t CO₂/a und 2040 bei 1.200 t CO₂/a.⁶⁴

Klimaschutzszenario

Um dem Ziel der Klimaneutralität näher zu kommen, werden ambitionierte Ausbauraten der regenerativen Wärmeträger angenommen. Wärmepumpen werden bundesweit als grundlegender Bestandteil der Energiewende angesehen.⁶⁵ Es wird ein jährlicher Zubau von 120 Anlagen pro Jahr für die privaten Haushalte, 18 im GHD-Sektor sowie drei Anlagen im industriellen Sektor⁶⁶ angenommen. Bis 2030 können so weitere 37.000 MWh/a Heizenergie und bis 2040 rund 70.000 MWh/a Heizenergie zusätzlich durch Wärmepumpen bereitgestellt werden. In der Beheizungsstruktur der privaten Haushalte erhalten die Wärmepumpen den Anteil von ca. 55 % (2040). Die zusätzliche Emissionseinsparung liegt 2030 gegenüber 2019 bei rund 11.000 t CO₂/a und 2040 bei 22.000 t CO₂/a.

⁶² Wärmepumpenatlas

⁶³ Unter der Annahme, dass gewerbliche Anlagen die gleiche Größenordnung haben wie Anlagen für private Wohngebäude.

⁶⁴ Die Emissionseinsparung bezieht sich auf den Ersatz einer Öl- oder Gasheizung.

⁶⁵ Vergleiche Prognos-Studie und den Ariadne-Report

⁶⁶ Die Anzahl der zugebauten Anlagen im GHD-Sektor und industriellen Branche kann sich reduzieren, da die Leistungen der Anlagen in diesen Bereichen deutlich höher als die von den privaten Haushalten sind.

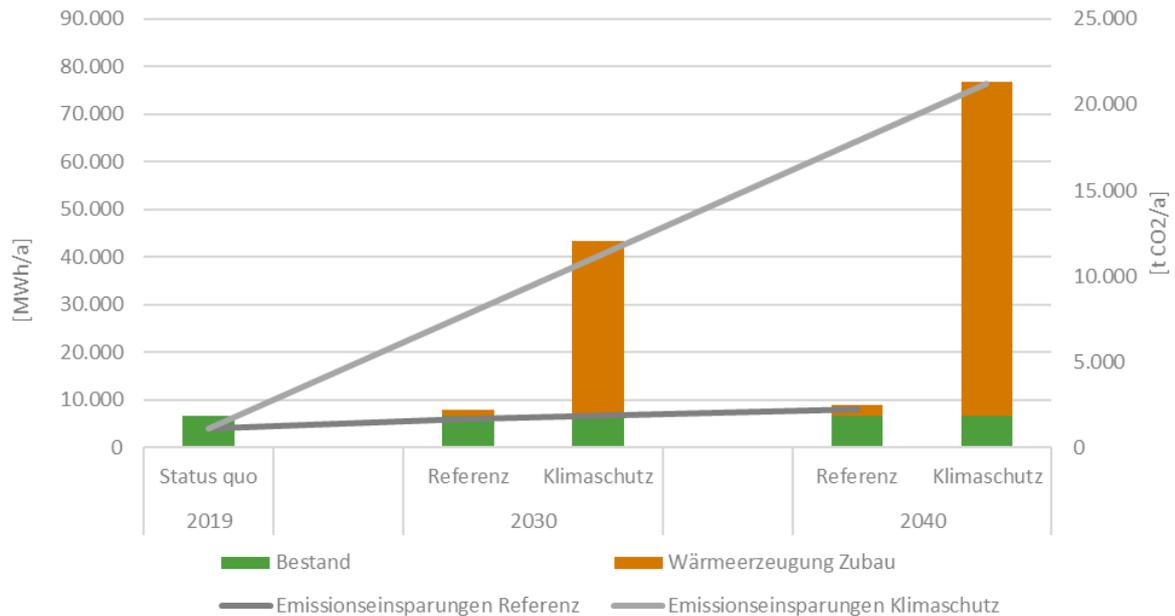


Abbildung 58: Ertrag und vermiedene Emissionen durch Wärmepumpen im Status quo und den Szenarien

V.2.11. Nah- und Fernwärme

Grundsätzliches Potenzial

Der Ausbau der Nah- und Fernwärme wird als wichtiger Faktor zur Umsetzung der Energiewende sowohl im städtischen als auch im ländlichen Raum gesehen. Im städtischen Raum liegt der entscheidende Vorteil bei den geringen Abständen zwischen den Gebäuden, so dass die Netzlänge und damit Netzverluste geringgehalten werden können. Ein gutes Beispiel bietet die Stadt Stockholm, in der rund 70% der Gebäude mit Fernwärme beheizt werden und zunehmend regenerative Energien dafür genutzt werden. Doch auch im ländlichen Raum können Nahwärmenetze wirtschaftlich und klimafreundlich betrieben werden. Zwar müssen die Faktoren Netzlänge, Netzverluste und Anschlussdichte besonders berücksichtigt werden, jedoch können auch Vorteile gegeben sein, etwa ausreichend zur Verfügung stehender Platz für die notwendige Heizzentrale, ein Thema, welches in Städten häufig eine Herausforderung darstellt. Auch ist die erfolgreiche Umsetzung von der Kooperation aller Beteiligten abhängig, wobei der Aspekt der Dorfgemeinschaft und guter Kommunikationsstrukturen förderlich sein kann.

Nah- und Fernwärme ist nur dann klimafreundlich, wenn nachhaltige Energieträger zur Wärmeerzeugung genutzt werden. Häufig werden Biomasse oder kleine BHKWs genutzt. Auch Geothermie kann als Wärmequelle genutzt werden. Der Emissionsfaktor ist entsprechend

geringer als bei einer herkömmlichen Öl- oder Gasheizung. Gleichzeitig verringert sich der Gesamtaufwand für Wartung und Instandhaltung, und die Hausbesitzer müssen sich nicht mehr eigenständig um ihre Heizanlage kümmern. Nahwärme wird entsprechend dann gegenüber Einzelgebäudeheizungen auf Basis erneuerbarer Energien bevorzugt, wenn die genannten Vorteile genutzt werden sollen. Auf lange Frist ist auch die Umrüstung bestehender Nahwärmenetze auf regenerative Energieträger für das Ziel der Klimaneutralität notwendig.

Laut den Daten des Marktstammdatenregisters sind in der *VG Langenlonsheim-Stromberg* einige Nahwärmenetze vorhanden. Diese dienen aber hauptsächlich dem Zwecke der Wärmeversorgung von Grundschulen, Altenheimen etc. – von größeren Maßstäben ist hier abzusehen. Die Wichtigkeit der Nahwärme als einer der möglichen Antworten auf die Herausforderungen des Wärmesektors ist selbsterklärend und bedarf daher einer tieferen Analyse der bestehenden Optionen. Neben den benötigten Gebäudesanierungen ist die Erweiterung der lokalen Nahwärmenetze ausschlaggebend für den Erfolg der lokalen nachhaltigen Transformation des Wärmesektors⁶⁷. Relevant ist dabei insbesondere die Nutzung von erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung in den Wärmenetzen, da jeglicher Einsatz fossiler Energieträger eine falsche Antwort auf die Herausforderungen des energiepolitischen Sektors wäre.

Zur Beheizung von Nahwärmenetzen können verschiedene Energieträger genutzt werden. Zahlreiche Projekte der lokalen Nahwärmeversorgung nehmen Solarenergie als Hauptenergieträger, außerdem gibt es moderne Nahwärmenetze auf Basis von Geothermie, Biomasse oder auch industrieller Abwärme. (Groß-)Wärmepumpen kommen ebenso infrage. Die grundlegende Analyse der lokal vorhandenen Anschlussdichte, des ortsbezogenen Wärmebedarfs und der Wärmedichte sind während der Planung der Nahwärmeversorgung unabdingbar. Außerdem muss die räumliche Nähe von Erzeuger und Verbraucher sichergestellt werden, um den Grad der Wärmeverluste zu minimieren. Diejenigen Planungs- und Vertriebsangelegenheiten, die außerhalb dieser Potenzialstudie stehen, sind bspw. Im Leitfaden “Nahwärme” des Fraunhofer Instituts⁶⁸ zu finden. Insgesamt sind mehrere

⁶⁷ (Huenges, et al., 2014)

⁶⁸ (Dötsch, et al., 1998)



aussagekräftige Vorteile zu identifizieren, die für die Entwicklung der lokalen Nahwärmenetze sprechen⁶⁹:

- Flexibilität und Vielfalt bei der Nutzung lokaler erneuerbarer Energien, wie große Solarthermie, Tiefe Geothermie, Umweltwärme, Biomasse
- Deckung der verbleibenden Bedarfslücken der Stromerzeugung aus Sonne und Wind (Residuallasten) durch bedarfsgerecht betriebene, stromnetzgeführte Kraft-Wärme-Kopplung in den Heizzentralen
- Erhöhung der Effizienz im Energiesystem aufgrund der Möglichkeit, vielfältige Abwärmequellen nutzen zu können
- Flexibilitätsgewinne im Wärme- und Strombereich durch Einbindung großer thermischer Speicher
- kommunale Steuerungsfunktion zur Senkung des Ausstoßes vermeidbarer Treibhausgasemissionen durch netzgebundene Wärmeversorgung
- Langfristig hohe Versorgungssicherheit
- Zukünftig keine aufwändigen und teuren Anlagenerneuerung
- Erfüllung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes
- Geringe Betriebskosten (Wartung/Instandhaltung usw.)
- Geringerer Raumbedarf für Technik.
- Regionale Wertschöpfung⁷⁰

Es ist dementsprechend vom Vorteil, die Potenziale der lokalen Begebenheiten zu untersuchen, um die räumliche und strukturelle Ausgestaltung der Nahwärmeversorgung rechtzeitig zu optimieren und den höchsten Wirtschaftlichkeitsgrad zu erzielen. Die Möglichkeiten diverser Optionen werden in den untenstehenden Abschnitten thematisiert.

Wichtiger Parameter für die Planung eines Nahwärmenetzes ist der zu erwartende Wärmebedarf der Verbraucher im Tages- und Jahresverlauf. Auf die Verbrauchskurve aufbauend kann die Auswahl der möglichen Technologie erfolgen, wobei oftmals eine Kombination von verschiedenen Energieträgern empfehlenswert ist und eine Abwägung der Kosten stattfindet.

⁶⁹ (zeozweifrei, 2023)

⁷⁰ (Energieagentur RLP, Praxis-Leitfaden Nahwärme, 2016)

Biomasse

Biomasse ist ein verbreiteter Energieträger für die Nah- und Fernwärmeerzeugung. Im Kapitel 1.2.7 wird die Nutzung von Biomasse bereits betrachtet.

Im größeren Maßstab zur Nahwärmeerzeugung sind einige Punkte in der Handhabung zu beachten:

- Biomasse ist ein Naturprodukt und nicht einheitlich, bspw. bestehen Schwankungen des Energiegehalts je nach Qualität des Rohstoffs und erfordern daher einen kompetenten Umgang beim Betrieb einer Hackschnitzelanlage.
- Hackschnitzel sind kostengünstiger haben aber einen geringeren Energiegehalt als Pellets.
- Bei der Integration in Wohngebieten ist insbesondere der Platzbedarf für den Abgaskamin und den Lagerplatz für Pellets/Hackschnitzel und die Geräuschemissionen bei der Anlieferung zu bedenken.
- Biomasseressourcen sind begrenzt, für eine nachhaltige Energieversorgung sind insbesondere lokale Biomassevorkommen zu nutzen und weite Transportwege zu vermeiden.

Eine komfortable Form der Biomasse ist Biogas. Hierbei ist die Voraussetzung ein bestehendes Gasnetz. Der Vorteil liegt dann in der bilanziellen Rechnung von Einspeisung und Bezug von Biogas, wodurch eine räumliche Entkopplung von Erzeuger und Verbraucher möglich ist. Allerdings ist Biogas in der Produktion und Aufbereitung aufwändig. Aus Nachhaltigkeitsgründen ist auch Biogas überwiegend aus Abfallprodukten der Landwirtschaft oder von Bioabfällen der Haushalte zu erzeugen.

Solarthermie

Das Thema der Nahwärmeversorgung mit Hilfe solarer Kollektoren und saisonalen Wärmespeichern wird in den letzten Jahren intensiv diskutiert – sowohl in Deutschland als auch im Ausland. Zu diesem Zeitpunkt erscheinen vor allem kleinflächige Lösungen für kleine Städte (Einwohnerzahl: ca. 4.000) oder bestimmte Stadtquartiere sinnvoll. Einige Beispiele der erfolgreichen Projektumsetzung in diesem Bereich lassen sich unter anderem in Dänemark beobachten⁷¹. Der durchschnittlich zu erwartende Ertrag liegt auf Basis der Grundannahmen sowie der bereits bestehenden Projekterfahrungen bei 2.000 MWh/a pro Hektar Landfläche⁷².

⁷¹ (PlanEnergi, 2018)

⁷² (Solarthemen Media GmbH, 2021)



Aus technologischer Perspektive erfüllen die solaren Kollektorfelder die Rolle eines Wärmespeichers. Als Quelle der Wärmeenergie dient die direkte Solareinstrahlung, weswegen die Installation der Kollektoren sowohl auf Dächern als auch auf freien Flächen bzw. in benachteiligten Gebieten grundsätzlich vorstellbar ist. Die Kombination mit der Wärmezentrale sowie einem Warmwasserspeicher (unter- oder überirdisch) erhöht die Effizienz des gesamten Projektes, da damit die Möglichkeit entsteht, den Wärmebedarf in kalten Jahreszeiten mit Hilfe der zur Sommerzeit akkumulierten Wärmeenergie abzudecken.

Die bereits realisierten Projekte weisen einen durchschnittlichen Wirkungsgrad von 1 MWh/a pro 0,5 m² Kollektorfläche auf. Hier müssen allerdings mehrere Faktoren beachtet werden: An- bzw. Abwesenheit des saisonalen Warmwasserspeichers, Nähe der Wärmeverbraucher, Nähe der Wärmezentrale, Effizienz und Abdichtung der bestehenden Wärmenetze etc. Die Investitionskosten variieren ebenfalls stark⁷³.

⁷³ (PlanEnergi, 2018)

Tabelle 16: Übersicht einiger bereits realisierten solarthermischen Projekte in Deutschland

	Ertrag (MWh/a)	Leistung (MW)	Flächenbedarf	Emissionsein sparung (t CO2)	Investitions kosten (Mio. Euro)	Größe des Wärmespeicher s (falls vorhanden), m ³
Greifswald ⁷⁴	8.000	11	Baufläche 4 ha Grundfläche Sondergebiet 40.000 m ² Kollektorfeld Flächen 18.700 m ²	1.780	7	6.000
Lemgo ^{75,76}		5,2	Bruttokollektorfläche 9.128 m ²			Komplex mit Flusswasser- WP und 2 BHKWs
Mühlhausen ^{77,78}	3.300		Flächenbedarf 19.000 m ² , Kollektorfläche 5.700 m ²	675	3	1.152 Röhrenkollektor en Versorgung von 400 Haushalten
Senftenberg ⁷⁹	4	4,5	Grundfläche 20.000 m ² , Kollektorfläche 8.300 m ²			Stadtgröße: 25.000

⁷⁴ (Stadtwerke Greifswald, 2023)

⁷⁵ (Solarthemen Media GmbH, 2021)

⁷⁶ (AGFW-Projekt-GmbH, 2022)

⁷⁷ (Stadtwerke Mühlhausen, 2021)

⁷⁸ (Solarthemen Media GmbH, 2021)

⁷⁹ (RitterXL, kein Datum)



Auch in angrenzenden Nachbarländern lassen sich mehrere Projekte finden⁸⁰.

Tabelle 17: Übersicht einiger realisierten solarthermischen Projekte im Ausland

Ort	Informationen
Silkeborg, Dänemark ⁸¹	100-110 MW Leistung, Kollektorfläche 156.000 m ²
Baotou, China	65 MW Leistung
Vojens, Dänemark	49 MW Leistung
Aalborg, Dänemark ⁸²	11.000 m ² , 3.300 MWh
Groningen, Niederlande ⁸³	48.000 m ² , 37 MW Leistung; voraussichtliche Erträge: 25 GWh = 520 kWh/m ² a
Silkeborg, Dänemark ⁸⁴	100-110 MW Leistung, Kollektorfläche 156.000 m ²

Abwärme

Verschiedene industrielle Prozesse erzeugen als Nebenprodukt Wärmeenergie, welche teilweise ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird oder aber mit weiterem Energieaufwand heruntergekühlt wird. Dies wird als relevantes Potenzial zur Nutzung für die Wärmeversorgung desselben oder angrenzender Gebäude gesehen, sofern die Größenordnung ausreichend ist. Die Abkühlung der zu hohen Temperaturen (<80-90°C) für die Einspeisung in die Nahwärmenetze kann mittels eines Wärmetauschers erfolgen. Die bisher veröffentlichten Studien zu den Potenzialen der Abwärmenutzung weisen auf ein großes Potenzial hin: Eine Erhebung spricht für den gesamten deutschen Industriesektor davon, dass 18% bis ca. 50% der Abwärme energetisch genutzt werden könnten⁸⁵. Andere Veröffentlichungen weisen sogar Werte von 30% bis 90% des energetisch erschließbaren Wärmepotenzials der industriellen Anlagen für die weitere Wärmebereitstellung auf⁸⁶.

Die während der industriellen Herstellungsprozesse entstehende Energie lässt sich entweder direkt mittels Wärmetauscher nutzen oder kann langfristig für die Wärmeversorgung zu

⁸⁰ (SHIP Plants, 2023)

⁸¹ (Solarthemen Media GmbH, 2021)

⁸² (Aalborg CSP A/S, 2022)

⁸³ (Solrico, 2022)

⁸⁴ (Solarthemen Media GmbH, 2021)

⁸⁵ (Hirzel, et al., 2013)

⁸⁶ (Deutsche Energie-Agentur GmbH, 2015)

Spitzenbedarfszeiten gespeichert werden. Dies benötigt zwar zusätzliche infrastrukturelle Maßnahmen, kann damit aber auch zeitversetzte Energiebedarfe abdecken.

Die folgende Tabelle bietet eine Übersicht der energetisch verwertbaren Temperaturen je Industriebranche und des jeweiligen Abwärme-Indikators, der auf die theoretisch möglichen nutzbaren Mengen der Wärmeenergie hinweist⁸⁷.

Tabelle 18: Übersicht der thermischen Potenziale einzelner Industriebranchen im Bundesgebiet

Industriebranche	Temperatur der verwertbaren Wärmeenergie	Abwärme-indikator	Ergänzung
Eisen- und Stahlherstellung	80-250 °C	19%	Die höheren Temperaturebenen beinhalten große Menge der nicht verwertbaren Gase; die Nutzung der Energie für die Wärmebereitstellung erst in den letzten Phasen des Produktionsprozesses möglich
Nichteisenmetallherstellung (Aluminium, Kupfer, Zink, Blei et al.)	40-70 °C		Wegen der bereits vorhandenen effizienten Anlagen der Wärmerückgewinnung meist für die Niedertemperaturanwendungen brauchbar
Zementerzeugung	Ersten Produktionsphasen: 200-450 °C Weitere Produktionsphasen: 100-300 °C		Nutzung der heißen Abgase für die Stromerzeugung, Verdampfung o. ä. möglich
Papierherstellung	20-160 °C	9%	Wird als prioritäre Branche für Abwärmenutzung betrachtet
Glasherstellung	Divergierende Angaben je Herstellungsphase	15%	
Chemie	Ethylen: 150 °C bei großer Variation Ammoniak: Divergierende Angaben je Herstellungsphase	9%	Grundsätzlich für Verdampfung geeignet

Eine veröffentlichte Studie des Fraunhofer Instituts zu den Möglichkeiten der Abwärmenutzung listet Unternehmen der Nahrungsmittelindustrie ebenso als potenziell effiziente Quellen der

⁸⁷ (Aydemir, et al., 2019), S. 29



Abwärme auf. Eine Veröffentlichung der dena zur Abwärme weist die Installation der Abwärmegewinnungsanlagen in einem Unternehmen der Papierindustrie als ein Beispiel der erfolgreichen Innovations- und Investitionsaktivitäten aus⁸⁸. Auch Unternehmen der Holzveredlung und produktionsintensiver Holzverarbeitung bergen Abwärmepotenziale, allerdings in deutlich kleinerem Ausmaß⁸⁹. Des Weiteren sind Rechenzentren und IT-Cluster große Abwärmequellen.

Die unterschiedliche Energieintensität der verschiedenen industriellen Verarbeitungsprozesse ist in der folgenden Grafik noch einmal dargestellt. Insbesondere die Metallerzeugung gilt als energieintensiv und bietet ein entsprechend hohes Abwärmepotenzial. Darauf folgt die Grundstoffchemie, die Papier, Glas- und Keramik- und Metallindustrie sowie die Verarbeitung von Steinen und Erden.

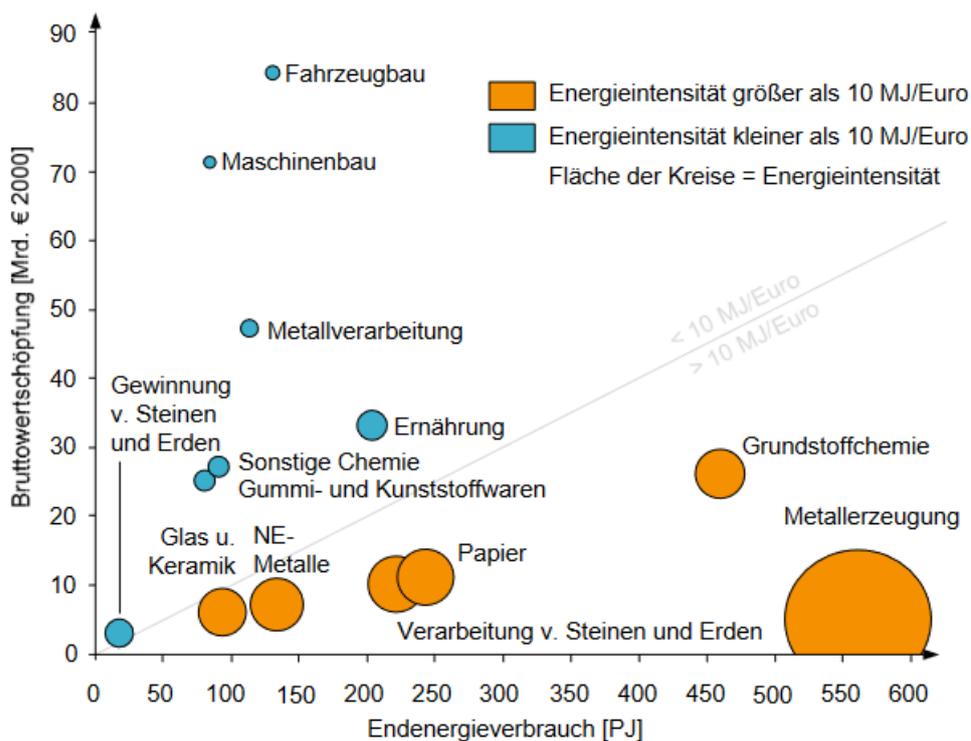


Abbildung 59: Energieintensität verschiedener Industriebranchen. Quelle: Fraunhofer Institut basierend auf Daten von Fleiter et al. 2013 (s. Fraunhofer Institut für die Originalquelle).

⁸⁸ (Deutsche Energie-Agentur GmbH, 2015)

⁸⁹ (Pehnt, et al., 2010), S. 17, S. 19

Umweltwärme und Wärmepumpen

Im Vergleich zu den im Kapitel V.2.10 genannten Einsatzfeldern von Umweltwärme ist die Dimensionierung zum Einsatz in Nahwärmenetzen um ein Vielfaches größer. Dies schlägt sich häufig positiv auf die Wirtschaftlichkeit der Erschließung von klimafreundlichen Wärmequellen nieder. Insbesondere bei Erdwärmesonden sowie der Nutzung von Gewässern als Wärmequelle ist dieser Effekt zu beobachten.

Beim Einsatz von Wärmepumpen sind geringe Netztemperaturen vorteilhaft, um eine kleine Temperaturdifferenz überwinden zu müssen und somit eine möglichst gute Effizienz zu erreichen. Zusätzlich empfiehlt sich beim Einsatz von Wärmepumpen in jedem Fall die Installation von Photovoltaik zu untersuchen, um den benötigten Strom auf regenerative Weise zu produzieren. Im Fall der Planung von Nahwärmenetzen auf Basis von geothermischen Anlagen ist die Installation eines Wärmespeichers zu prüfen. Die Kombination von Wärmepumpen und eines Speichers in den Maßstäben eines Nahwärmenetzes⁹⁰ hat sich mehrmals in vielen Projekten als eine rentable wirtschaftliche Lösung erwiesen.

Tabelle 19: Übersicht der Kennzahlen von Erdwärmespeichern

	Wärmeleistung	Höhe (m) / Durchmesser (m) / Fassungsvermögen (l)	Temperatur (°C)	Weitere Details und Investitionskosten
Reuter West, Siemensstadt, Berlin	200 MW	45 / 43 / 56 Mio.	50-98	
Enertrag, Nechlin, Berlin		4 / 18 / 1 Mio.	93	38 MWh; Kombination mit dem Windfeld; 35 Häuser werden versorgt
Kiel⁹¹	1.500MW	60 / 30 / 42 Mio.	60-115	Von Null auf 191 Megawatt in nur 5 Minuten
Zolling⁹²	400 MW	23 / 24 / 10 Mio.	Bis 95	
Mannheim⁹³	1.500 MW	36 / 40 / 45 Mio.	98	27 Mio. Euro Kosten; Unterstützt

⁹⁰ (Bundesverband Geothermie e.V., 2021)

⁹¹ (Stadtwerke Kiel, 2022)

⁹² (Mündliche Nachfrage beim Betreiber. Nach dewiki.de, 2023)

⁹³ (Bundesverband Geothermie e.V., 2023)



				Fernwärmenetz Raum Mannheim, Heidelberg, Speyer
Niederösterreich, Theiß⁹⁴	2.200 MW	25 / 50 / 50 Mio.	bis 98	Versorgung der Stadt Theis, Gedersdorf und Grunddorf
Dänemark, Studstrup	1200 MW	// 30 Mio.		
Dänemark, Marstal	4.350 MW	k. A./k. A./ 75 Mio.	k. A.	Fernwärme basiert auf 100% erneuerbare Energien (55 PV und 45 Biomasse)
Schweiz, Ibach bei Schwyz⁹⁵	1300 MW	50 / 30 / 28 Mio.	50-95	Investitionskosten 6 Mio. Euro
Österreich, Linz⁹⁶	1.350 MW	65 / 27 / 34,5 Mio.	55-97	

Exkurs: kalte Nahwärme

Eine moderne Form der Nahwärmenetze stellen kalte Nahwärmenetze dar. Sie werden aktuell ausschließlich in Neubaugebieten eingesetzt, da ein hoher energetischer Standard der Gebäude dafür Voraussetzung ist. Hierbei wird im Nahwärmenetz Wasser mit einer Temperatur von ca. 10-12°C zirkuliert⁹⁷. Die Temperaturerhöhung erfolgt dezentral in jedem Gebäude einzeln mit Wärmepumpen angepasster Größe auf den Bedarf. Auch hier empfiehlt sich jeweils der Betrieb mithilfe einer eigenen Photovoltaik-Anlage. Folgende Vorteile ergeben sich:

- Geringere Netztemperatur (ca. 15°C), erleichtert Findung der Wärmequelle: Geothermie, Erdwärme, Grundwasser etc.
- weniger Wärmeverluste der Leitungen

⁹⁴ (EVN AG, 2012)

⁹⁵ (Agro Energie Schwyz AG, 2020)

⁹⁶ (Linz AG, 2022)

⁹⁷ (Bundesverband Geothermie e.V., 2023)

- Vorteile gegenüber Luft-Wasser WP: höherer Wirkungsgrad, kein Außenmodul notwendig (Lärmemissionen)
- Mit kaltem Nahwärmenetz ist auch eine Kühlung im Sommer möglich und erwünscht

In Bestandsgebieten wurden kalte Nahwärmenetze bisher noch nicht verbaut.

Szenarien

Für die Szenarien werden folgende Annahmen getroffen:

Referenzszenario

Im Referenzszenario wird kein weiterer Ausbau von Nahwärme angenommen.

Klimaschutzszenario

Bis 2030 werden zwei weitere Nahwärmenetze a 50 Wohngebäude sowie bis 2040 insgesamt acht Nahwärmenetze a 50 Wohngebäuden gebaut. Im gewerblichen Sektor werden bis 2040 insgesamt 2,5 Nahwärmenetze a 50 gewerbliche Gebäude installiert, bzw. anders ausgedrückt: rund 110 Gebäude werden bis 2040 an ein Nahwärmenetz angeschlossen (inwiefern kleinere oder größere sowie gemischte Nahwärmnetze aus Haushalten und dem Gewerbe gebaut werden, hängt von den lokalen Gegebenheiten ab.). Die komplette Nahwärmeversorgung beruht auf regenerativen Wärmequellen (Biomasse, Wärmepumpen, Solarthermie, industrielle Abwärme etc.). Die prozentualen Anteile des jeweiligen Energieträgers sind den deutschlandweiten Studien (Agora, UBA, Prognos) zu entnehmen. Bis 2040 werden so zusätzliche 18.800 MWh/a über Nahwärme bereitgestellt. Die Emissionseinsparung hängt direkt von der Konstellation der Energieträger ab.

V.2.12. Wasserstoff

Zur Nutzung von Wasserstoff gibt es bundesweit verschiedene Pilotprojekte und die Thematik wurde mit der Wasserstoffstrategie auch auf die politische Agenda gesetzt. Der Einsatz wird vorwiegend für den industriellen Sektor vorgesehen, um dort bisherige Gasverbräuche auf eine klimafreundliche Alternative umzustellen. Bezüglich der Nutzung von Wasserstoff über die bestehenden Gasnetze sind die weiteren technologischen und politischen Entwicklungen abzuwarten. Für das Klimaschutzszenario wird für die *VG Langenlonsheim-Stromberg* angenommen, dass rund 10 % des Wärmebedarfs über Wasserstoff gedeckt wird.



V.2.13. Fazit zum Wärmesektor

Der Energieverbrauch im Wärmesektor verändert sich nach den jeweiligen Szenarien für die verschiedenen Verbrauchergruppen insgesamt wie folgt:

Wohngebäude

Durch Sanierungsmaßnahmen sowie einer Umstellung auf regenerative Energieträger kann unter den getroffenen Annahmen im Wohngebäudebereich bis **2040** eine **Emissionsreduktion von 35 % im Referenzszenario** und **98 % im Klimaschutzszenario** erreicht werden. Für 2030 wird im Referenzszenario eine Emissionsreduktion um 27 % und im Klimaschutzszenario um 67 % erwartet. Relevant für die sehr hohe Emissionsreduktionsrate im Klimaschutzszenario sind insbesondere Sanierungsmaßnahmen, eine Umstellung der Energieträger auf einen Mix aus Wärmepumpen, Biomasse und Nahwärme. Auch bei der Nahwärme selbst ist die Nutzung regenerativer Energiequellen (Abwärme, Umweltwärme, Biomasse etc.) entscheidend.

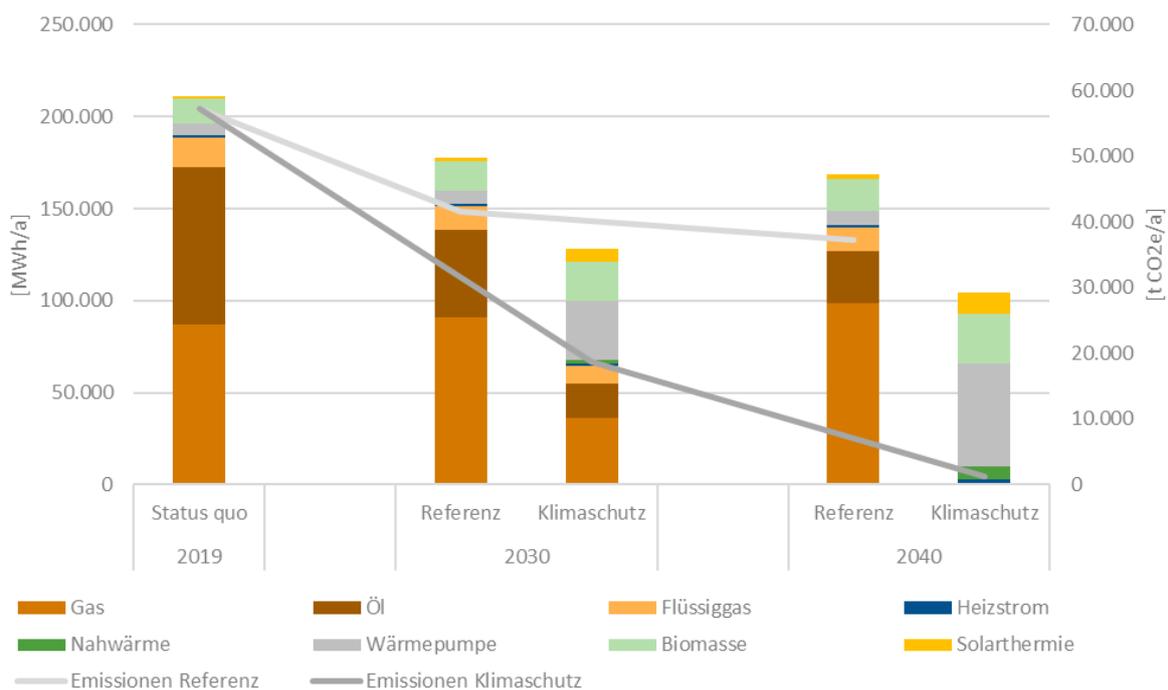


Abbildung 60: Entwicklung der Energieversorgung und Emissionen für Wärme im Wohngebäudesektor nach Szenarien

Gewerbe, Handel & Dienstleistungen

Im gewerblichen Sektor wird bis **2040** eine **Emissionsreduktion von 40 % im Referenzszenario** und eine **Emissionsreduktion von 96 % im Klimaschutzszenario** erreicht. Für 2030 wird im Referenzszenario eine Emissionsenkung um 23 % und im Klimaschutzszenario um 63 % erwartet. Für die höhere Emissionsreduktion im Klimaschutzszenario relevant sind insbesondere Effizienz- und Einsparmaßnahmen und eine Umstellung der Energieträger auf Wärmepumpen und Biomasse und Nahwärme. Auch bei der Nahwärme selbst ist die Nutzung regenerativer Energiequellen (Abwärme, Umweltwärme, Biomasse etc.) entscheidend.

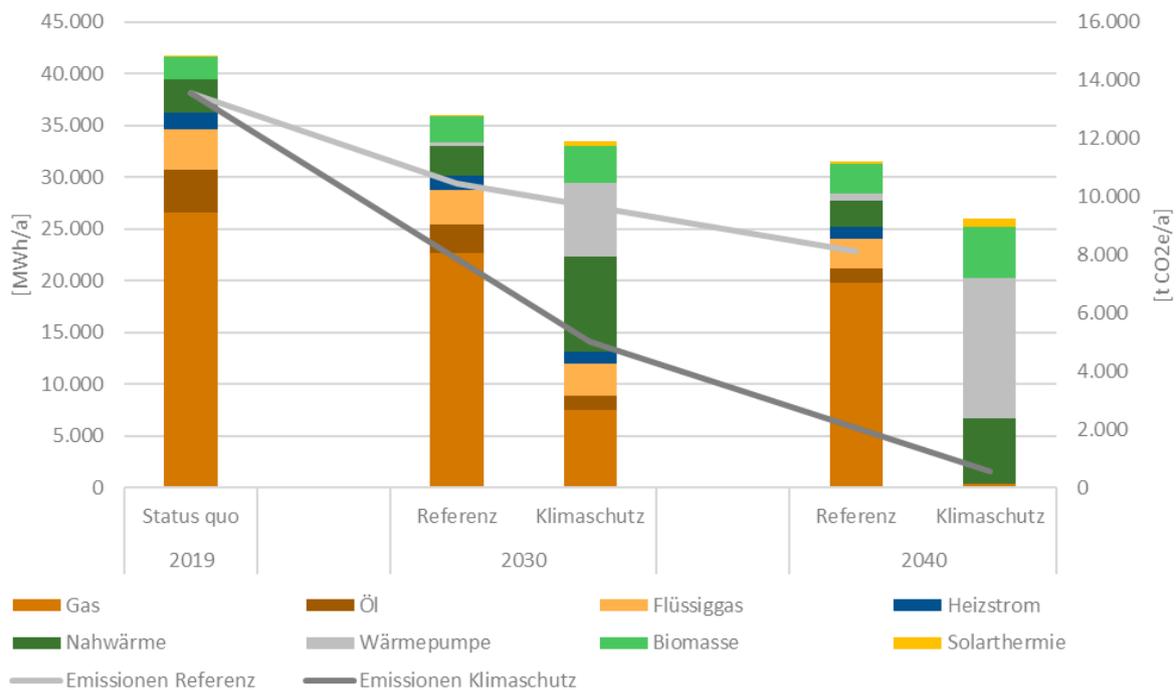


Abbildung 61: Entwicklung der Energieversorgung und Emissionen für Wärme im GHD-Sektor nach Szenarien
Industrie

Im industriellen Sektor wird bis **2040** eine **Emissionsreduktion um 8 % im Referenzszenario** und **um 93 % im Klimaschutzszenario** erreicht. Für 2030 wird im Referenzszenario eine Emissionsreduktion um 4 % und im Klimaschutzszenario um 46 % erwartet. Relevant sind dafür insbesondere Effizienz- und Einsparmaßnahmen und eine Umstellung der Energieträger. Hierbei kommt sowohl die verstärkte Nutzung von Strom für prozessbedingte Energieverbräuche sowie Wasserstoff zum Tragen. Daneben sind sowohl Wärmepumpen als auch Nahwärmelösungen notwendig.

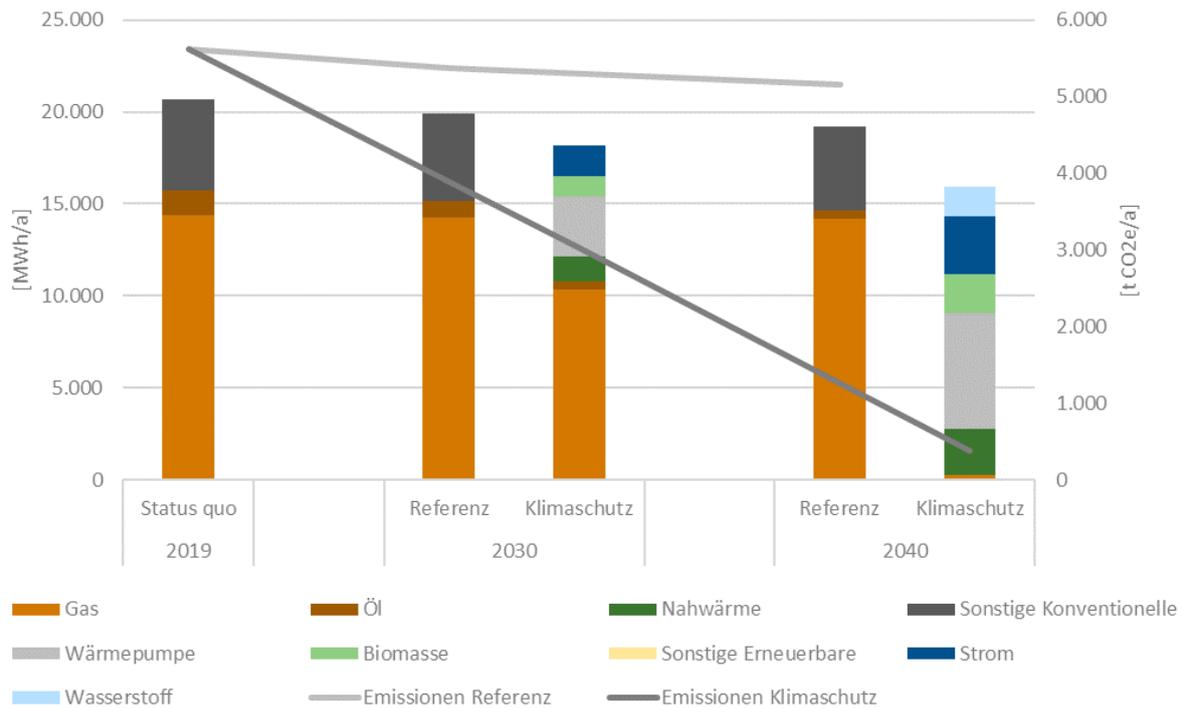


Abbildung 62: Entwicklung der Energieversorgung und Emissionen für Wärme im industriellen Sektor nach Szenarien

Um die dargestellten Veränderungen in der *VG Langenlonsheim-Stromberg* zu realisieren, sind massive Umstrukturierungen in den kommenden Jahren erforderlich. Die weitere Sanierung der kommunalen Liegenschaften als Vorbildfunktion liegt innerhalb der direkten kommunalen Einflussmöglichkeiten und sollte zielgerichtet angegangen werden. Im Bereich der privaten Wohngebäude sind intensive Bewerbungs-, Informations- und Beratungsmaßnahmen notwendig. Auch die klimagerechte Bauleitplanung und Empfehlungen seitens der *Verbandsgemeinde* können wichtige Schritte beim Neubau darstellen. Insbesondere wird ein quartiersspezifisches Vorgehen empfohlen. Im gewerblichen und industriellen Bereich sollte ebenso auf Öffentlichkeitsarbeit und Kooperation gesetzt werden. Es gibt verschiedene Handlungsmöglichkeiten, darunter kommunale Förderungen in Bezug auf energetische Standards in Gewerbegebieten. Darüber hinaus spielen bundesweite Entwicklungen in Bezug auf Fördermittel und weitere Rahmenbedingungen eine relevante Rolle.