

Kommunale Wärmeplanung der Gemeinde Pechbrunn



Antragsteller	Gemeinde Pechbrunn Kirchplatz 12 95666 Mitterteich
Ersteller der Studie	SPCTRM Engineering GmbH Lindenstraße 3 95615 Marktredwitz

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

Inhalt.....	1
Abkürzungsverzeichnis.....	3
1 Zielsetzung und Vorgehen der kommunalen Wärmeplanung.....	4
2 Rechtliche Rahmenbedingungen und Förderkulisse.....	5
2.1 Wärmeplanungsgesetz.....	5
2.2 Gebäudeenergiegesetz.....	5
2.3 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze.....	7
2.4 Bundesförderung für effiziente Gebäude.....	8
2.5 Kostenausgleich für Kommunen für die Durchführung der KWP in Bayern.....	9
3 Bestandsanalyse.....	11
3.1 Struktur der Gemeinde Pechbrunn.....	12
3.2 Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung.....	12
3.3 Umfrage.....	13
3.3.1 Auswertung der Fragebögen zum Interesse an einem Wärmenetz.....	16
3.4 Einteilung in Quartiere.....	17
3.4.1 Übersicht Quartiere.....	18
3.5 Erfassung des Gebäudebestands.....	21
3.5.1 Baualtersklassen.....	21
3.5.2 Sanierungszustand.....	23
3.5.3 Gebäudetypen.....	25
3.6 Aktuelle Versorgungsstruktur.....	28
3.6.1 Versorgungsanlagen und Versorgungsarten.....	28
3.6.2 Energiedichte (räumlich).....	30
3.7 Wärmebedarf.....	32
3.8 Strombedarf.....	34
3.8.1 Treibhausgasemission.....	36
3.9 Zusammenfassung Bestandsanalyse.....	40
4 Potenzialanalyse.....	41
4.1 Energieeinsparung.....	41
4.1.1 Optimierung der Heizungssysteme.....	41
4.1.2 Energetische Sanierung der Wohngebäude und Nichtwohngebäude.....	42
4.2 Potenzial zur Nutzung erneuerbarer Energien.....	45
4.2.1 Potenziale oberflächennahe Geothermie.....	45

4.2.2	Potenziale Tiefengeothermie	54
4.2.3	Potenziale für Luftwärme	56
4.2.4	Potenzial für erneuerbaren Wasserstoff	58
4.2.5	Potenziale für Strom aus Wind	59
4.2.6	Potenziale Photovoltaik	61
4.2.7	Biomassepotenzial	67
4.2.8	Abwärme	71
4.3	Zwischenfazit Potenzialanalyse	72
5	Zielszenario	73
5.1	Ausweisung von Wärmenetzeignungsgebieten	73
5.1.1	Einteilung der Quartiere nach Versorgungsgebieten	75
5.2	Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr	76
5.3	Zielszenario bis 2045	82
5.3.1	Wesentliche Merkmale des Zielszenarios	82
5.3.2	Entwicklung der Wärmebedarfs	83
5.3.3	Bewertung nicht lokaler Ressourcen	86
5.3.4	Entwicklung der Treibhausgasemission	87
5.3.5	Kostenprognose	87
6	Umsetzungsstrategie und -Maßnahmen	90
6.1	Übersicht der vorgeschlagenen Umsetzungsmaßnahmen	90
7	Controlling Strategie und Umsetzungskontrolle	96
7.1	Strategische Ziele des Controllings in der Wärmeplanung	96
7.2	Umsetzungskontrolle mit Monitoring und Evaluierung	96
7.2.1	Indikatoren und Kennzahlen	96
7.2.2	Monitoring-Methoden	97
7.2.3	Steuerungsinstrumente und Anpassung der Strategie	97
8	Kommunikationsstrategie	99
8.1	Schulungen	99
8.2	Netzwerkaufbau und strategische Partnerschaften	99
8.3	Kommunikationskampagne	100
8.4	Logo und Slogan	100
9	Verstetigungsstrategie	101
9.1	Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans	103
10	Nationale Klimaschutzinitiative	104

Abkürzungsverzeichnis

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BayKlimaG	Bayerisches Klimaschutzgesetz
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung für effiziente Wärmenetze
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CO ²	Kohlenstoffdioxid
EE	Erneuerbare Energien
EnEV	Energieeinsparverordnung
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistung
GWh	Gigawattstunde
GWh/a	Gigawattstunde pro Jahr
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWP	Kommunale Wärmeplanung
MWh	Megawattstunde
UBA	Umweltbundesamt
WN	Wärmenetze
WPG	Wärmeplanungsgesetz des Bundes

1 Zielsetzung und Vorgehen der kommunalen Wärmeplanung

Die kommunale Wärmeplanung ist ein strategischer Ansatz, der darauf abzielt, die Wärmeversorgung in Städten und Gemeinden nachhaltig und effizient zu gestalten. Sie umfasst die Analyse des aktuellen Energiebedarfs und der vorhandenen Infrastrukturen sowie die Entwicklung von Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und zur Integration erneuerbarer Energien.

Im Zentrum der kommunalen Wärmeplanung steht die Erstellung eines Wärmeplans, der der zukünftigen Wärmeversorgung der Gemeinde Pechbrunn als Grundlage dienen kann. Dieser Plan berücksichtigt lokale Gegebenheiten wie Bevölkerungsdichte, vorhandene Gebäude, industrielle Strukturen und natürliche Ressourcen. Ziel ist es, durch den Einsatz moderner Technologien wie Wärmenetze, Wärmepumpen und solarthermische Anlagen eine klimafreundliche und kosteneffiziente Wärmeversorgung zu gewährleisten.

Der kommunale Wärmeplan besteht aus den folgenden vier Arbeitspaketen, nach denen sich auch dieses Fachgutachten gliedert:

1. Bestandsanalyse

Die Energie- und Gebäudeinfrastruktur sowie der Energieverbrauch und die damit entstehenden Treibhausgasemissionen (THG) werden für das Gemeindegebiet möglichst gebäudescharf erfasst und ein sogenannter digitaler Zwilling der jeweiligen Kommune wird erstellt.

2. Potenzialanalyse

Die lokalen Potenziale zur Versorgung der Gemeinde mit erneuerbaren Energien werden erhoben. Dabei fließt die Betrachtung erneuerbarer Wärmequellen (Solarthermie, Geothermie, Biomasse etc.), erneuerbarer Stromquellen (Photovoltaik, Windenergie, Wasserkraft etc.) und Abwärme (Industrie, Abwasser, Rechenzentren etc.) mit ein. Zudem wird das Potenzial steigender Energieeffizienz berechnet, sodass die Menge an benötigter erneuerbarer Energie im Jahr 2045 minimiert wird.

3. Zielszenario

Auf Basis der Bestands- und Potenzialanalyse wird ein energetisches Zielszenario für das Jahr 2045 mit Zwischenziel 2035 erstellt. Dieses soll die zukünftige (klimaneutrale) Energieinfrastruktur unter Einbindung der ermittelten Potenziale darstellen. Dabei werden auch sogenannte Eignungsgebiete beschrieben, in welchen zukünftig die Wärmeversorgung zentral über Wärmenetze oder dezentral erfolgen soll.

4. Umsetzungsstrategie mit Maßnahmenkatalog

Mit der Wärmewendestrategie soll das erstellte Zielszenario erreicht werden. Ein Maßnahmenkatalog führt auf, wie die Kommune mit verschiedenen Maßnahmen in ihrer Gesamtheit die klimaneutrale Wärmeversorgung erreichen kann. Der kommunale Wärmeplan muss alle fünf Jahre überprüft und Fortschritte bei der Umsetzung überwacht werden. Bei Bedarf ist der Wärmeplan zu überarbeiten und anzupassen.

2 Rechtliche Rahmenbedingungen und Förderkulisse

Im folgenden Kapitel werden die maßgeblichen rechtlichen Rahmenbedingungen sowie relevante Förderprogramme vorgestellt. Die Auflistung dient der Orientierung und dem Überblick, ersetzt jedoch keine individuelle Beratung und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

2.1 Wärmeplanungsgesetz

Zum 1. Januar 2024 ist das Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG) in Kraft getreten. Es ist Bestandteil eines gleichnamigen Artikelgesetzes, das zugleich Änderungen im Baugesetzbuch (BauGB) sowie im Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) umfasst.

Das WPG verpflichtet die Bundesländer, sicherzustellen, dass für alle Gemeindegebiete mit mehr als 100.000 Einwohnern bis spätestens zum 30. Juni 2026 und für kleinere Gemeinden mit bis zu 100.000 Einwohnern bis spätestens zum 30. Juni 2028 Wärmepläne erstellt werden.

Darüber hinaus legt das Gesetz grundlegende Vorgaben für den Ablauf der Wärmeplanung fest. Die praktische Umsetzung wird in der Regel nicht durch die Länder selbst erfolgen, sondern über landesrechtliche Regelungen an Kommunen, kommunale Zusammenschlüsse, Landkreise oder andere zuständige Stellen übertragen.

2.2 Gebäudeenergiegesetz

Das „Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden“, kurz „Gebäudeenergiegesetz“ (GEG), setzt den gesetzlichen Rahmen für Neubauten und Sanierungen im Hinblick auf den sparsamen Einsatz von Energie in Gebäuden und auf die Nutzung erneuerbarer Energien.

Das GEG ist erstmals am 01.11.2020 in Kraft getreten und ersetzte seinerzeit die Regelungen des Energieeinsparungsgesetzes (EnEG), der Energieeinsparverordnung (EnEV) und des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG).

Mittlerweile wurde das mehrfach GEG novelliert, seit dem 01.01.2024 gilt die zweite Novelle des GEG (GEG 2024)

Ab dem 1. Januar 2024 muss jede neu eingebaute Heizung, sowohl in Neubauten als auch in Bestandsgebäuden, mindestens 65 % erneuerbare Energien nutzen. Dies gilt für sowohl Wohn- als auch Nichtwohngebäude. Eigentümer haben verschiedene Möglichkeiten, den Anteil an erneuerbaren Energien nachzuweisen. Sie können entweder eine individuelle Lösung umsetzen oder eine gesetzlich festgelegte Erfüllungsoption wählen.

Diese Optionen beinhalten:

- Anschluss an ein Wärmenetz
- Installation einer elektrischen Wärmepumpe

- eine Hybridheizung (eine Kombination aus erneuerbaren Energien und Gas- oder Ölheizungen),
- eine Stromdirektheizung
- Heizung auf Basis von Solarthermie.

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, eine sogenannte „H2-Ready“-Gasheizung zu installieren, die später auf 100 % Wasserstoff umrüstbar ist. Für Bestandsgebäude gibt es auch die Option einer Biomassenheizung oder einer Gasheizung, die mit erneuerbarem Gas betrieben wird (mindestens 65 % Biomethan, biogenes Flüssiggas oder Wasserstoff).

Bestehende Heizungen können weiterhin betrieben werden. Sollte eine Gas- oder Ölheizung kaputt gehen, darf sie repariert werden. Wenn die Heizung jedoch irreparabel defekt ist (sogenannte Heizungshavarie) oder bereits über 30 Jahre alt ist (bei konstanten Temperaturkeseln), kommen pragmatische Übergangslösungen zum Einsatz. Hierfür gibt es mehrjährige Übergangsfristen, die bis zu drei Jahre betragen können; für Gasetagenheizungen sogar bis zu 13 Jahre. In dieser Übergangszeit darf auch eine gebrauchte, fossil betriebene Heizung eingebaut werden. Allerdings muss diese Heizung ab 2029 einen steigenden Anteil an erneuerbaren Energien nutzen:

- 2029 mindestens 15 %,
- 2035 mindestens 30 %,
- 2040 mindestens 60 % und
- 2045 schließlich 100 %.

Nach Ablauf der Fristen für die kommunale Wärmeplanung (2026 bzw. 2028) können weiterhin Gasheizungen eingebaut werden, sofern sie mit mindestens 65 % grünen Gasen betrieben werden. Das Enddatum für die Nutzung fossiler Brennstoffe in Heizungen ist der 31. Dezember 2044. In Härtefällen können Eigentümer von der Pflicht zur Umrüstung auf erneuerbare Energien befreit werden.

Für Eigentümer, die das 80. Lebensjahr vollendet haben und ein Gebäude mit bis zu sechs Wohnungen selbst bewohnen, entfällt im Havariefall die Pflicht zur Umrüstung auf eine erneuerbare Heizungsanlage. Das Gleiche gilt beim Austausch von Etagenheizungen für Wohnungseigentümer, die 80 Jahre und älter sind und die Wohnung selbst bewohnen. Im Einzelfall wird geprüft, ob die Investitionen in eine neue Heizungsanlage im Verhältnis zum Ertrag oder Wert des Gebäudes stehen. Dabei werden auch die Preisentwicklung und mögliche Fördermöglichkeiten berücksichtigt.

Für die Umrüstung auf erneuerbare Energien gibt es eine Grundförderung von 30 % für alle Eigentümer. Zusätzlich gibt es einen Geschwindigkeitsbonus von 20 %, wenn Eigentümer frühzeitig auf erneuerbare Energien umsteigen. Für Eigentümer mit einem zu versteuernden Gesamteinkommen von unter 40.000 € pro Jahr gibt es einen einkommensabhängigen Bonus von weiteren 30 %. Die verschiedenen Förderungen können insgesamt bis zu 70 % der Kosten abdecken, wobei die Höchstfördersumme bei 21.000 € liegt. Neben den Förderungen gibt es auch zinsgünstige Kredite für den Heizungsaustausch sowie die Möglichkeit, die Kosten steuerlich geltend zu machen.

Für Mieter gibt es einen Schutz vor Mietsteigerungen. Vermieter sind verpflichtet, in neue Heizungssysteme zu investieren oder alte Heizungen zu modernisieren. Sie können bis zu 10 % der Modernisierungskosten auf die Mieter umlegen. Dabei müssen sie jedoch eine staatliche Förderung abziehen, und die Modernisierungsumlage ist auf 50 Cent pro Monat und Quadratmeter gedeckelt.

2.3 Bundesförderung für effiziente Wärmenetze

Im September 2022 initiierte die BAFA mit der „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ (BEW) das bislang umfassendste Förderprogramm zur Unterstützung der leitungsgebundenen Wärmeversorgung. Ziel dieses Programms ist es, Investitionsanreize für die Integration erneuerbarer Energien und Abwärme in Wärmenetze zu schaffen, um so die Treibhausgasemissionen zu reduzieren und einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele im Bereich der Energie- und Wärmeversorgung zu leisten. Darüber hinaus wird angestrebt, die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit von Wärmenetzen im Vergleich zu anderen nachhaltigen Wärmeversorgungskonzepten zu sichern. Bis zum Jahr 2030 ist es geplant, jährlich den Ausbau von bis zu 681 MW an erneuerbaren Wärmeerzeugern zu fördern, was zu einer Verringerung der jährlichen Treibhausgasemissionen um etwa 4 Millionen Tonnen führen könnte.

Das Förderprogramm ist in vier Hauptmodule unterteilt, die teilweise weiter differenziert werden können und größtenteils aufeinander aufbauen. Zu Beginn wird im Rahmen von Modul 1 für neu zu planende Wärmenetze eine Machbarkeitsstudie erstellt. Für bestehende Wärmenetze ist die Erarbeitung eines Transformationsplans erforderlich. In diesem Prozess sind zunächst eine Ist- und Soll-Analyse des betreffenden Wärmenetzgebiets vorzunehmen, die lokale Verfügbarkeit erneuerbarer Energiequellen zu prüfen sowie verschiedene Wärmeversorgungskonzepte hinsichtlich ihrer ökologischen und ökonomischen Potenziale zu bewerten. Im zweiten Schritt erfolgt die Bearbeitung der Leistungsphasen 2 bis 4 gemäß der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI). Für Modul 1 wird eine Förderung von 50 % der Kosten, maximal jedoch 2.000.000 €, gewährt.

Modul 2 richtet sich auf die systemische Förderung sowohl von Neubau- als auch Bestandsnetzen und kann erst nach Abschluss von Modul 1 bzw. nach Vorlage einer konformen Machbarkeitsstudie oder eines Transformationsplans beantragt werden. Gefördert werden hier die gesamte Anlagentechnik im Bereich der Wärmeverteilung und regenerativen Wärmeerzeugung sowie so genannte Umfeldmaßnahmen, wie der Bau von Anlagenaufstellflächen und Heizgebäuden. Über die Berechnung der Wirtschaftlichkeitslücke können bis zu 40 % der Investitionskosten, maximal jedoch 100.000.000 €, durch Bundesmittel gefördert werden.

Für kurzfristig umsetzbare Maßnahmen in bestehenden Netzen besteht die Möglichkeit, im Rahmen von Modul 3 eine Förderung, ohne die Vorlage eines vollständigen Transformationsplans zu beantragen. In diesem Fall muss entweder ein Transformationsplan nachgereicht oder das „Zielbild der Dekarbonisierung“ im Antrag dargelegt werden. Die Fördersätze aus Modul 2 sind hierbei entsprechend anzuwenden.

Sofern über Modul 2 Investitionen in Solarthermie- oder Wärmepumpenanlagen gefördert werden, besteht die Möglichkeit, über Modul 4 eine Betriebskostenförderung zu beantragen, wenn die Wirtschaftlichkeitslücke nachgewiesen wird. Diese Förderung wird für die ersten

zehn Betriebsjahre gewährt und beträgt für solar erzeugte Wärme pauschal 1 Cent pro Kilowattstunde thermischer Energie (ct/kWh_{th}). Für Wärmepumpen richtet sich der Fördersatz nach dem eingesetzten Strom: Bei der Nutzung von selbst erzeugtem, regenerativem Strom liegt der Fördersatz maximal bei 3 ct/kWh_{th}, während bei netzbezogenem Strom eine Förderung von maximal 13,95 ct/kWh_{el} gewährt wird. Wird eine Kombination aus beiden Stromarten genutzt, erfolgt die Berechnung des Fördersatzes anteilig.

2.4 Bundesförderung für effiziente Gebäude

Die „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ (BEG) wurde von der Bundesregierung eingeführt, um die energetische Sanierung und den Neubau von Gebäuden zu fördern und somit die Klimaziele im Bereich der Gebäudeenergieeffizienz zu unterstützen. Das Förderprogramm zielt darauf ab, den CO₂-Ausstoß im Gebäudesektor erheblich zu reduzieren, die Energieeffizienz zu steigern und den Anteil erneuerbarer Energien in der Gebäudeversorgung zu erhöhen. Dies geschieht durch finanzielle Anreize für private Haushalte, Unternehmen und Kommunen, die in die energetische Modernisierung ihrer Gebäude investieren.

Das BEG umfasst verschiedene Fördermodule, die sowohl Investitionszuschüsse als auch zinsgünstige Kredite beinhalten. Die Förderung ist dabei in drei Hauptbereiche unterteilt:

- BEG-Einzelmaßnahmen:

Hier werden gezielt Einzelmaßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in Bestandsgebäuden gefördert. Dazu gehören beispielsweise die Wärmedämmung von Außenwänden, der Austausch von Heizungen oder Fenstererneuerungen. Förderfähig sind sowohl Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmedämmung als auch zur Nutzung erneuerbarer Energien wie Solarthermie oder Wärmepumpen. Die Zuschüsse variieren je nach Maßnahme und Umfang und können bis zu 70 % der förderfähigen Kosten betragen.

- BEG-Neubau:

Im Bereich des Neubaus von energieeffizienten Gebäuden fördert das Programm den Bau von Häusern, die besonders hohe Anforderungen an die Energieeffizienz erfüllen. Hierzu zählen Passivhäuser und Niedrigstenergiehäuser. Die Förderung für Neubauten ist in der Regel durch die Bereitstellung von zinsgünstigen Krediten und einem Tilgungszuschuss gekennzeichnet. Ziel ist es, Neubauten mit einem sehr geringen Energieverbrauch und einer hohen Nutzung erneuerbarer Energien zu realisieren.

- BEG-Sanierung und KfW-Effizienzhaus-Standards:

Für die umfassende Sanierung von Bestandsgebäuden zu sogenannten Effizienzhäusern werden ebenfalls Fördermittel bereitgestellt. Die Förderung erfolgt über die Erreichung spezifischer KfW-Effizienzhausstandards. Hierbei können Gebäudeeigentümer, die ihre Immobilie auf den Standard eines Effizienzhauses bringen, sowohl von Zuschüssen als auch

von zinsgünstigen Krediten profitieren. Je höher der erzielte Effizienzhausstandard, desto größer fällt die Förderung aus.

Die rechtliche Rahmenbedingung der Förderung ist eng an die Erreichung der nationalen Klimaziele gekoppelt, insbesondere im Hinblick auf die Reduktion der Treibhausgasemissionen und die Nutzung erneuerbarer Energien. Die genaue Höhe der Förderung hängt dabei von verschiedenen Faktoren ab, wie dem Gebäudealter, der Art der durchgeführten Maßnahmen und der Energieeffizienz des finalen Gebäudes. Neben der direkten finanziellen Förderung umfasst das Programm auch steuerliche Anreize sowie eine umfangreiche Beratung und Unterstützung für Antragsteller.

Die „Bundesförderung für effiziente Gebäude“ stellt somit ein zentrales Instrument zur Förderung der Energiewende im Gebäudesektor dar. Sie bietet sowohl privaten Eigentümern als auch Unternehmen und Kommunen weitreichende Unterstützung bei der Umsetzung von Sanierungs- und Neubauprojekten, die zur Verringerung des Energieverbrauchs und zur Minderung von CO₂-Emissionen beitragen.

2.5 Kostenausgleich für Kommunen für die Durchführung der KWP in Bayern

Da die Kommunale Wärmeplanung eine gesetzliche Pflichtaufgabe der Kommunen darstellt, wird der daraus resultierende Mehraufwand gemäß dem Konnexitätsprinzip pauschal ausgeglichen. Dies bedeutet, dass die Gemeinden für die Erfüllung der Pflichtaufgabe „Kommunale Wärmeplanung“ Anspruch auf den Ausgleich ihrer zusätzlichen Belastungen haben. Im Konsultationsverfahren haben sich der Bayerische Gemeindetag, der Bayerische Städtetag und die Bayerische Staatsregierung auf konkrete Pauschalen geeinigt, die den Ausgleich regeln.

Die Auszahlung der Kostenerstattung erfolgt durch das Bayerische Landesamt für Maß und Gewicht (LMG) gemäß § 8 Abs. 3 der AVEn. Sie wird in zwei Tranchen ausgezahlt: Die erste Tranche wird zu Beginn der Wärmeplanung auf Antrag der Gemeinde ausgezahlt, die zweite nach Einreichung des fertigen Wärmeplans. Da es sich hierbei nicht um eine Förderung handelt, kann mit der Wärmeplanung bereits vor Antragstellung begonnen werden.

Detaillierte Informationen zur Antragstellung und Auszahlung werden derzeit vom zuständigen Ministerium erarbeitet.

Für Gemeinden, die über die Bundesförderung (ZUG-Förderung) bereits Mittel für die Erstellung von Fachgutachten zur Wärmeplanung erhalten haben, erfolgt auf der bayerischen Ebene keine vollständige Konnexitätszahlung für die Erstellung dieser Gutachten. Stattdessen erhalten diese Kommunen zusätzlich zur Bundesförderung eine Verwaltungskostenpauschale (siehe oben, dritte Spalte). Es wird erwartet, dass der Wärmeplan im Rahmen der Bundesförderung bis zum 30. Juni 2026 fertiggestellt wird. Ab diesem Zeitpunkt tritt die bestandsschützende Wirkung gemäß § 5 Abs. 2 des Wärmeplanungsgesetzes (WPG) in Kraft.

Sollten in den Kommunen bereits erarbeitete Energienutzungspläne auf Basis des WPG anerkannt werden, greift ebenfalls der Bestandsschutz gemäß § 5 Abs. 2 WPG. In diesem Fall

erfolgt, ähnlich wie bei der ZUG-Förderung, kein vollständiger Ausgleich über die Konnexitätspauschale gemäß der zweiten Spalte der oben genannten Tabelle. Stattdessen wird ein reduzierter Ausgleich für die eingeschränkten Kostenaufwendungen gewährt (siehe dritte Spalte). Wenn eine Gemeinde jedoch den bestehenden Energienutzungsplan nicht auf Grundlage des WPG anerkennen lässt, tritt der Bestandsschutz nicht in Kraft und sie muss einen Wärmeplan gemäß dem WPG erstellen. In diesem Fall wird die bereits erhaltene Fördersumme für den Energienutzungsplan nicht angerechnet, und die Mehrbelastungen werden durch die entsprechende Pauschale ausgeglichen.

3 Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse wird der energetische Ist-Zustand der Gemeinde Pechbrunn erfasst. Ein wichtiger Baustein der Bestandsanalyse ist die Erstellung einer Energie- und Treibhausgasbilanz. Diese erfasst sämtliche Energieverbräuche der Gemeinde über den Zeitraum eines Jahres und ordnet diese Verbräuche den wichtigsten Sektoren (private Haushalte, Wirtschaft, kommunale Liegenschaften) zu. Die Energie- und Treibhausgasbilanz liefert einen ersten Einblick in den energetischen Ist-Zustand der Gemeinde.

Da beim Transport von Wärme mit großen Verlusten zu rechnen ist, ist die räumliche Zuordnung von Wärmesenken und -quellen bei der Erstellung des kommunalen Wärmeplans ein weiterer wichtiger Baustein. Daher wurden im Rahmen der Bestandsanalyse räumliche Daten des Gebäudebestands, der Energieinfrastruktur und des Energieverbrauchs digital erfasst und ausgewertet.

Durch das Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze ist die Gemeinde Pechbrunn im Rahmen der Erstellung des kommunalen Wärmeplans berechtigt, Daten des Energieverbrauchs und der Energieinfrastruktur der lokalen Netzbetreiber und Schornsteinfeger zu beantragen. Um fundierte Entscheidungen treffen und geeignete Maßnahmen entwickeln zu können, ist eine umfassende Datengrundlage über den aktuellen Zustand der Wärmeversorgung erforderlich. Daher wurde eine Fragebogenaktion gestartet die der systematischen Erhebung relevanter Informationen zu Gebäudeeigenschaften, Heiztechnologien, Energieverbrauch und geplanten Sanierungsmaßnahmen dient. Diese Informationen fließen in die Analyse der bestehenden Wärmestrukturen ein und helfen dabei, Potenziale für die Nutzung erneuerbarer Energien, Abwärme oder Effizienzsteigerungen zu identifizieren. Diese Daten wurden um Informationen zum Gebäudebestand und statistischen Daten der Sanierungszustände und Wärmebedarfe ergänzt. In einer Energieplaner-Software konnten diese Gebäude- und Energiedaten mit Lageinformationen gekoppelt werden. Das Ergebnis ist ein digitaler Zwilling der Energieversorgung der Gemeinde Pechbrunn, bei dem Energiemengen nicht nur beziffert, sondern auch räumlich verortet und online dargestellt werden können. Dieser digitale Zwilling dient als Grundlage für die anschließende Auswertung der energetischen Potenziale und für die Beschreibung des Ziel-Zustands eines klimaneutralen Gebäudebestands. Zudem kann er als planerische Grundlage für die Umsetzung der Maßnahmen des kommunalen Wärmeplans dienen.

Während die Bearbeitung der Daten einen großen Mehrwert bei der Erstellung des Wärmeplans liefert, sind in diesem Fachgutachten und auch in den digitalen Karten/Daten alle sensiblen Daten aggregiert, um den Datenschutz zu gewährleisten. Die Daten der Schornsteinfeger und der Energieversorger müssen zudem nach Erstellung des Wärmeplans der Auftraggeberin übergeben und beim Auftragnehmer selbst gelöscht werden. Im folgenden Kapitel werden die wesentlichen Methoden und Ergebnisse der Bestandsanalyse festgehalten. Zunächst werden Strukturmerkmale der Gemeinde und der Gebäude ausgewertet und beschrieben. Es folgt eine Übersicht der Energieinfrastruktur der Gemeinde sowie die Auswertung des Wärmeverbrauchs und den damit verbundenen Treibhausgasemissionen.

3.1 Struktur der Gemeinde Pechbrunn

Die Gemeinde Pechbrunn liegt im oberpfälzischen Landkreis Tirschenreuth in Bayern und ist Teil der Verwaltungsgemeinschaft Mitterteich.

Auf einer Fläche von 26,46 km² leben etwa 1.338 Einwohner (Stand: 31. Dezember 2023), was einer Bevölkerungsdichte von rund 50 Einwohnern pro km² entspricht.

Die Gemeinde liegt am Nordausläufer des Naturparks Steinwald, umgeben von Basaltkuppen, etwa mittig zwischen Marktredwitz und Mitterteich. Die nahe beieinanderliegenden Dörfer Groschlattengrün und Pechbrunn befinden sich auf freier Flur, der Rest des Gemeindegebietes ist größtenteils bewaldet.

Die Verkehrsanbindung von Pechbrunn ist gut ausgebaut. Die Gemeinde liegt nahe der Bundesstraße B299, die eine wichtige Verkehrsachse in der Region darstellt. Zudem ist die nächstgelegene Autobahn die A93, die eine schnelle Verbindung zu größeren Städten wie Regensburg und Hof ermöglicht. Der öffentliche Nahverkehr wird durch Buslinien gewährleistet, die Pechbrunn mit umliegenden Gemeinden und Städten verbinden.



Abbildung 1 Übersicht Lage der Gemeinde Pechbrunn (Quelle: homeday)

3.2 Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für Pechbrunn wurde eine strukturierte Akteursbeteiligung sowie begleitende Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt. Ziel war es, eine fundierte und realitätsnahe Planungsgrundlage zu schaffen und gleichzeitig die Akzeptanz für die späteren Maßnahmen zu erhöhen.

Die Wärmeplanung betrifft vielfältige gesellschaftliche, wirtschaftliche und technische Bereiche. Aus planerischer Sicht war es daher notwendig, alle relevanten Akteursgruppen

frühzeitig in den Prozess einzubinden. Dazu zählten insbesondere Bürgerinnen und Bürger, Eigentümerinnen und Eigentümer, die Wohnungswirtschaft, das lokale Gewerbe, Großverbraucher, Netzbetreiber, sowie Vertreterinnen und Vertreter kommunaler Einrichtungen und der Stadtverwaltung.

Die Beteiligung erfolgte über verschiedene Formate, darunter öffentliche Informationsveranstaltungen, Umfragen sowie gezielte Einzelgespräche mit Schlüsselakteuren. Diese Maßnahmen ermöglichten es, standortspezifische Bedarfe und Einschätzungen aufzunehmen, mögliche Hemmnisse zu identifizieren und vorhandene Initiativen sichtbar zu machen. Die Rückmeldungen wurden im weiteren Planungsverlauf berücksichtigt und flossen in die Entwicklung von Szenarien und Maßnahmen ein.

Parallel dazu wurde Öffentlichkeitsarbeit betrieben, um den Gesamtprozess transparent darzustellen. Hierzu zählten Veröffentlichungen auf der städtischen Website, Beiträge in der lokalen Presse sowie die Bereitstellung von Informationsmaterialien. Ziel war es, die Öffentlichkeit über Ziele, Zwischenergebnisse und nächste Schritte zu informieren.

Aus Sicht der Planung trug die Kombination aus Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit dazu bei, die fachliche Qualität der Wärmeplanung zu verbessern, vorhandene Kenntnisse und Ressourcen vor Ort einzubeziehen und die spätere Umsetzungsbereitschaft zu stärken. Die Rückmeldungen aus der Beteiligung wurden dokumentiert und bewertet und haben zur Erarbeitung eines lokal angepassten und umsetzungsorientierten Wärmeplans beigetragen.

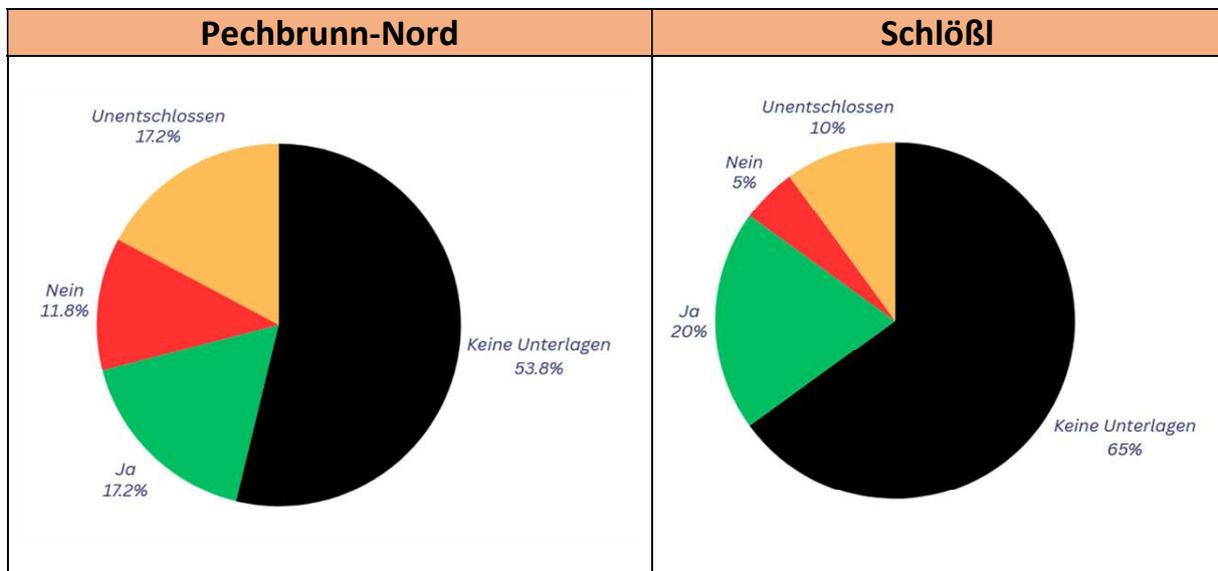
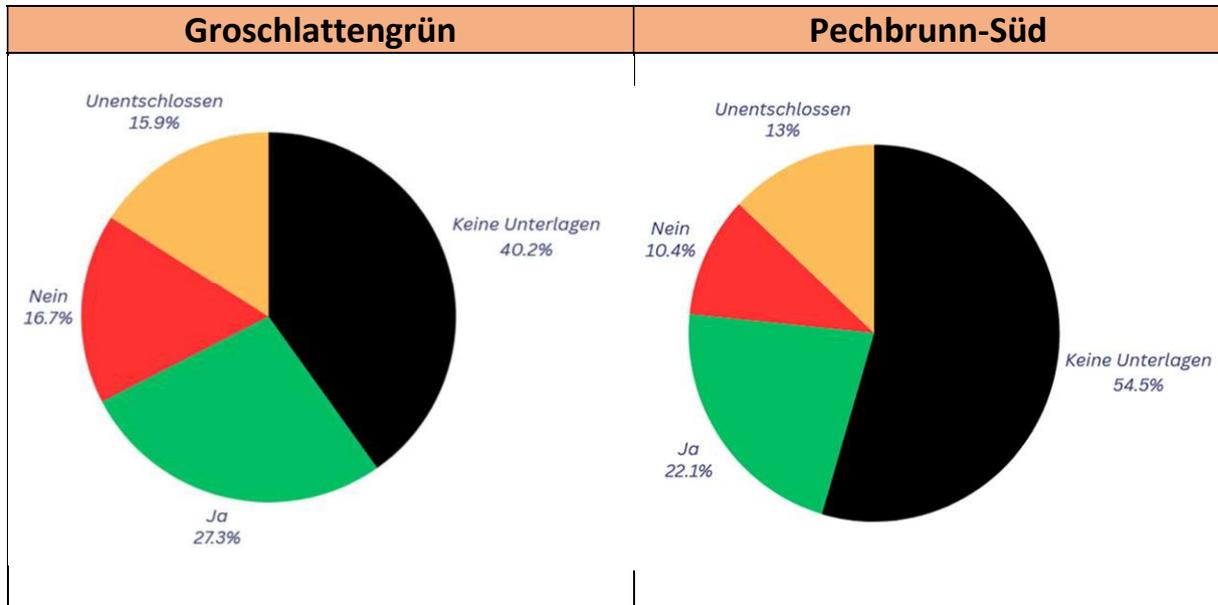
3.3 Umfrage

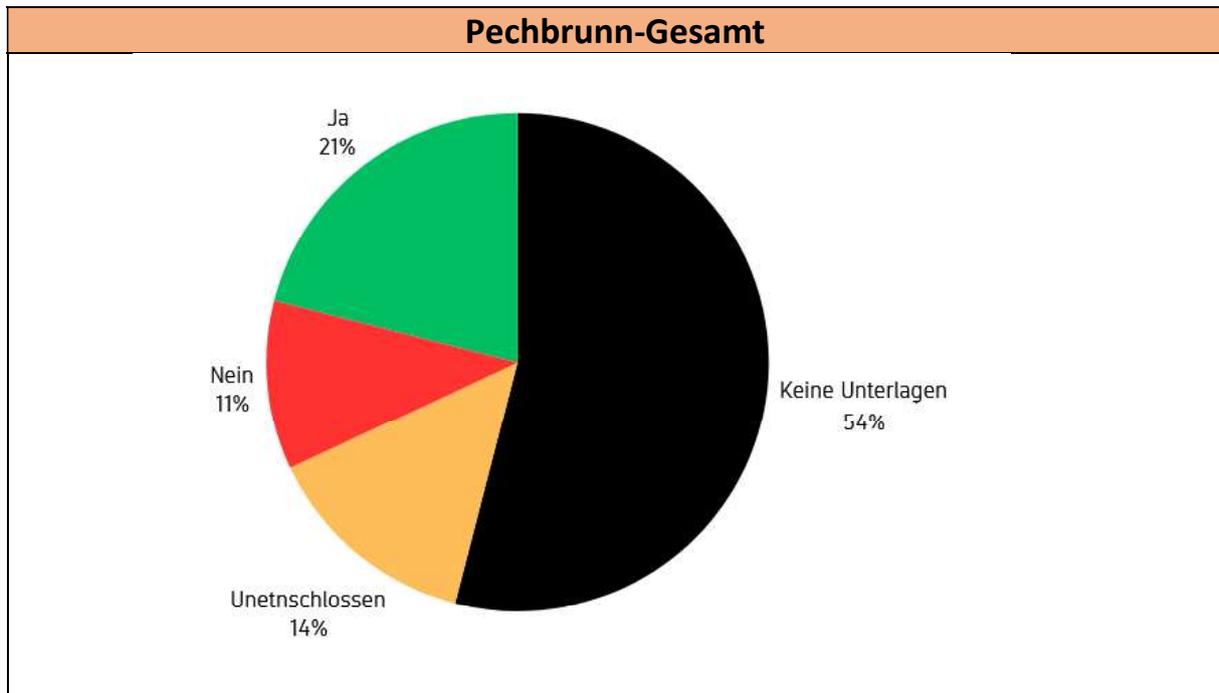
Im Rahmen der Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung sowie zur Verbesserung der Datenbasis wurde eine breit angelegte Befragung von Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümern im gesamten Gemeindegebiet durchgeführt. Ziel dieser Erhebung war es, das grundsätzliche Interesse an einem Anschluss an ein zukünftiges Wärmenetz systematisch zu erfassen.

Neben der Verdichtung und Erweiterung der bestehenden Datengrundlage diente die Befragung der Gewinnung zusätzlicher Erkenntnisse hinsichtlich der Anschlussbereitschaft privater Eigentümer. Gleichzeitig wurde durch die Einbindung eines offenen Antwortfeldes die Möglichkeit geschaffen, qualitative Rückmeldungen und individuelle Einschätzungen der Bürgerinnen und Bürger zu erfassen, was einen wichtigen Aspekt partizipativer Planungsprozesse darstellt.

Darüber hinaus trugen die im Rahmen der Umfrage erhobenen Angaben zu Brennstoff- und Stromverbräuchen dazu bei, den spezifischen Wärmebedarf der einzelnen Liegenschaften differenzierter zu quantifizieren und die planerische Grundlage für die kommunale Wärmeplanung weiter zu präzisieren.

Übersicht der Interessensbekundung an ein Wärmenetz.





3.3.1 Auswertung der Fragebögen zum Interesse an einem Wärmenetz

Im Rahmen einer Befragung zur potenziellen Beteiligung an einem lokalen Wärmenetz wurden Haushalte in einem definierten Gebiet angeschrieben. Ziel war es, das grundsätzliche Interesse an der Teilnahme sowie die allgemeine Rückmeldung zur Thematik zu erfassen.

Von den versendeten Fragebögen wurden 54 % nicht zurückgesendet, was auf eine begrenzte Rücklaufquote und damit eine gewisse Unsicherheit in der Datengrundlage hinweist. Die verbleibenden 46 % der Adressierten äußerten sich wie folgt:

- 21 % der Gesamtzahl der Befragten (entspricht etwa 46 % der Rückmeldungen) signalisierten ein konkretes Interesse an einem Anschluss an das Wärmenetz.
- 11 % (ca. 24 % der Rückmeldungen) lehnten eine Beteiligung ausdrücklich ab.
- 14 % (rund 30 % der Rückmeldungen) zeigten sich unentschlossen, was auf Informations- oder Entscheidungsbedarf hindeuten könnte.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass zwar ein gewisses Potenzial für die Umsetzung eines Wärmenetzes vorhanden ist, jedoch eine fundierte Entscheidungsgrundlage durch weiterführende Informationsangebote und ggf. eine vertiefende Befragung geschaffen werden sollte. Die vergleichsweise hohe Zahl unentschlossener sowie nicht reagierender Haushalte weist auf die Notwendigkeit hin, die Informationskampagne zu intensivieren und mögliche Barrieren (z. B. Verständnisfragen, Unsicherheit bzgl. Kosten/Nutzen) gezielt zu adressieren.

3.4 Einteilung in Quartiere

Als ein wesentlicher Schritt der Wärmeplanung erfolgt zu Beginn eine Einteilung des betrachteten Gebietes in vorläufige Quartiere. Damit wird die Bewertung eines zusammenhängenden Gebietes auf Basis verschiedener Kriterien und erhobener Daten ermöglicht. Die Einteilung wurde in Zusammenarbeit mit der Gemeinde/ zuständigen Beauftragten durchgeführt, wobei sich an Geografischen Abgrenzungen und Städtebauliche Kriterien orientiert wurde.

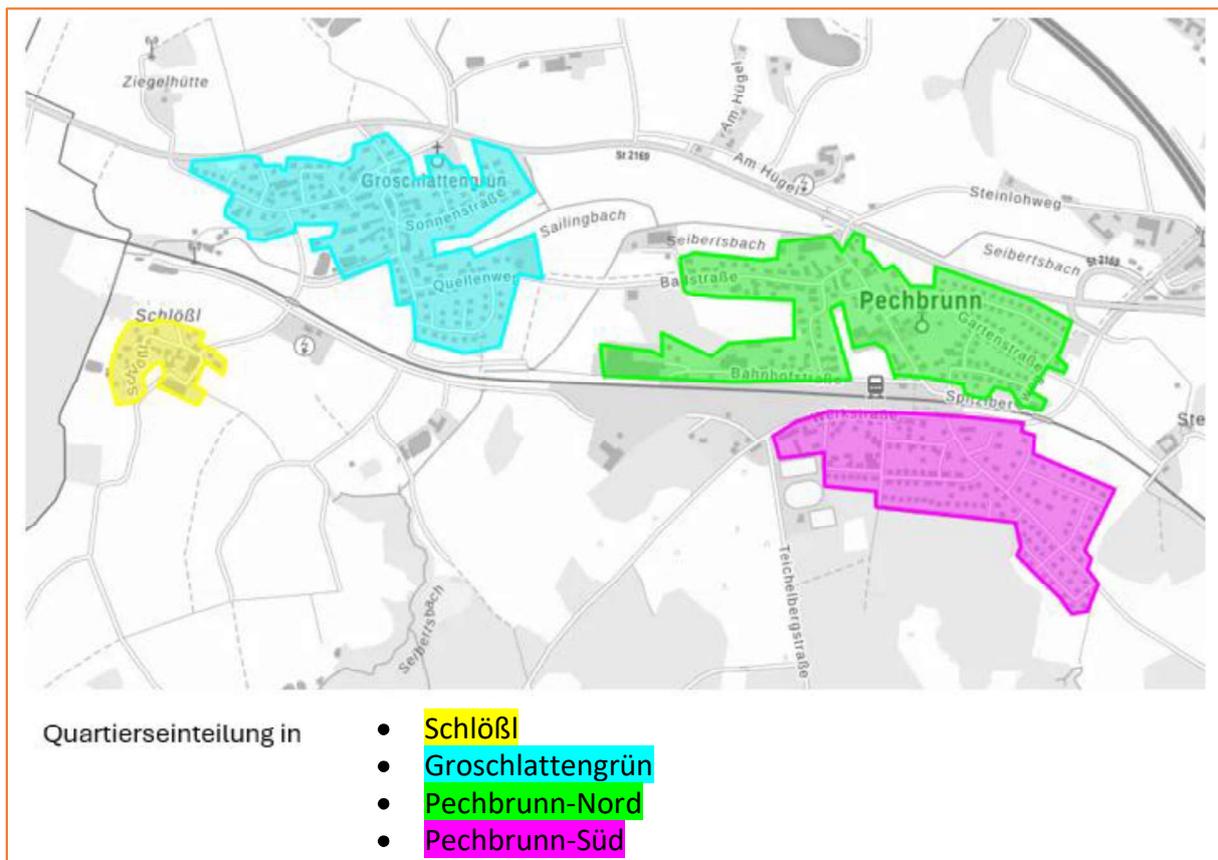
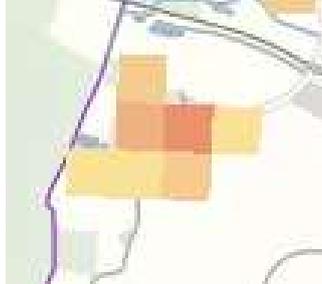
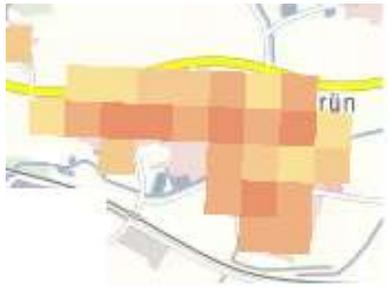


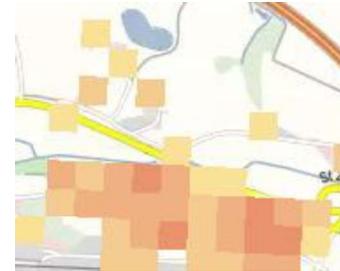
Abbildung 2 Übersicht der Quartierseinteilung der Gemeinde Pechbrunn

3.4.1 Übersicht Quartiere

Schlößl	
 	
Allgemein	
Anzahl Adressen	20
Anzahl Gebäude	71
Einwohner	50
Durchschnittliches Baujahr	1951
Wärmebedarf (Endenergie)	756,2 MWh/a
Strombedarf (Endenergie)	55,2 MWh/a
CO ₂ Emissionen (Verbrauch)	28,0 t/a

Groschlattengrün	
 	
Allgemein	
Anzahl Adressen	136
Anzahl Gebäude	374
Einwohner	337
Durchschnittliches Baujahr	1966
Wärmeverbrauch	4,57 GWh/a
Stromverbrauch	448,7 MWh/a
CO ₂ Emissionen (Verbrauch)	367,6 t/a

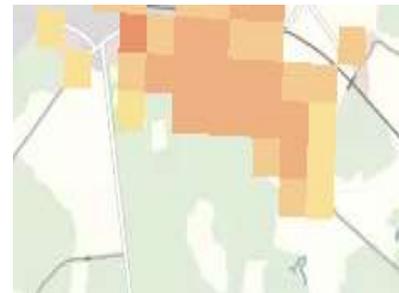
Pechbrunn-Nord



Allgemein

Anzahl Adressen	174
Anzahl Gebäude	417
Einwohner	468
Durchschnittliches Baujahr	1970
Wärmeverbrauch	6,7 GWh/a
Stromverbrauch	745,6 MWh/a
CO ₂ Emissionen (Verbrauch)	469,5 t/a

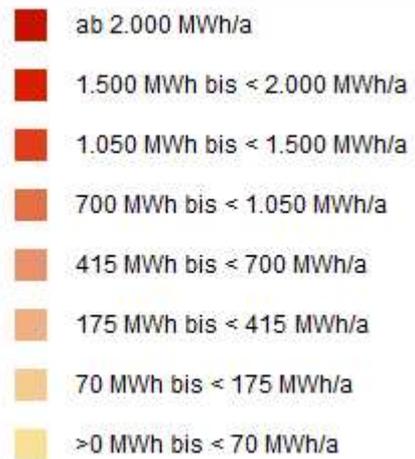
Pechbrunn-Süd



Allgemein

Anzahl Adressen	153
Anzahl Gebäude	368
Einwohner	403
Durchschnittliches Baujahr	1975
Wärmeverbrauch	5,12 GWh/a
Strombedarf (Endenergie)	412,6 MWh/a
CO ₂ Emissionen (Verbrauch)	411,2 t/a

Die Legende zeigt den aggregierten Wärmebedarf (in MWh/a) von Wohn- und Nichtwohngebäuden in einem Raster von 100 x 100 m. Industriegebäude sind dabei ausgeschlossen. Anhand der Daten lässt sich eine Erstabschätzung vornehmen, ob in verschiedenen Bereichen eine hohe Wärmebedarfsdichte vorliegt und damit die Erschließung eines Wärmenetzes sinnvoll ist.



3.5 Erfassung des Gebäudebestands

Zur Beschreibung der Gebäudestruktur in der Gemeinde Pechbrunn wurde die „Deutsche Gebäudetypologie“ des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) verwendet. Die Einordnung der Gebäude in diese Typologie ermöglicht die Analyse der Energieeinsparpotenziale für einen größeren Gebäudebestand. Bei der Typologie wird davon ausgegangen, dass Gebäude aus einer bestimmten Bauzeit in der Regel ähnliche Baustandards und damit ähnliche thermische Eigenschaften ausweisen (Busch, et al., 2010). Dazu wird der Gebäudebestand nach Baualter sowie nach Gebäudegröße in Klassen eingeteilt. Die Grenzzahre der Baualtersklassen orientieren sich an historischen Einschnitten, an statistischen Erhebungen und an Veröffentlichungen neuer Wärmeschutzverordnungen. In diesen Zeiträumen wird der Gebäudebestand in Hinsicht auf energetischen Baustandards als homogen angenommen, sodass für die einzelnen Baualtersklassen durchschnittliche Energieverbrauchskennwerte der verschiedene Gebäudetypen bestimmt werden können.

Die Gebäudegröße dagegen beeinflusst die Fläche der thermischen Hülle. Mit den mittleren Energieverbrauchskennwerten der jeweiligen Gebäudetypen kann so der energetische Zustand eines gesamten Gebäudebestands ermittelt werden (Busch, et al., 2010).

3.5.1 Baualtersklassen

Baualtersklassen ermöglichen die Vergabe spezifischer Heizwärmebedarfe nach einem weiteren Kriterium neben der Gebäudetypologie. So kann ein höherer Detailgrad bei der Berechnung von Energiebedarfen erreicht werden. Die verwendeten Baualtersklassen entsprechen den Baualtersklassen des IWU. Sie finden lediglich bei Wohngebäuden Verwendung, da bei Nichtwohngebäuden davon ausgegangen wird, dass der zugehörige Energiebedarf überproportional stark von der Nutzung des Gebäudes abhängt.

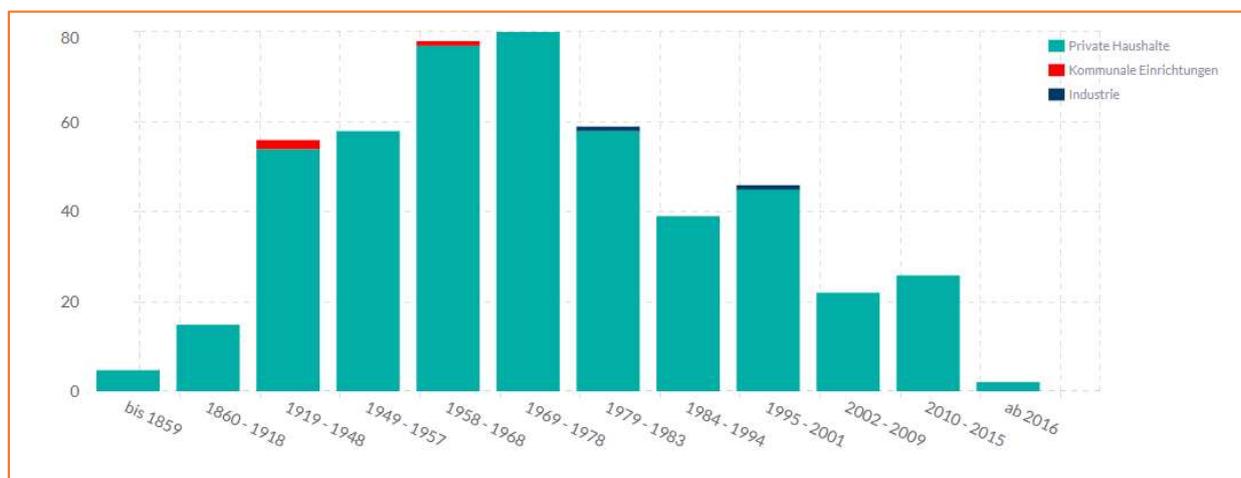


Abbildung 3 Anzahl Gebäude nach Baualtersklassen und BIKO-Sektoren

Die Baualtersklasse wird durch die Zuordnung des Baujahres eines Gebäudes zu einem bestimmten Zeitintervall (= eine Baualtersklasse) abgeleitet.

Baualtersklassen für Wohngebäude nach (IWU 2014)	
Zeitraum	Baualtersklasse
Baujahr ≤ 1859	1859
1859 < Baujahr ≤ 1918	1918
1918 < Baujahr ≤ 1948	1948
1948 < Baujahr ≤ 1957	1957
1957 < Baujahr ≤ 1968	1968
1968 < Baujahr ≤ 1978	1978
1978 < Baujahr ≤ 1983	1983
1983 < Baujahr ≤ 1994	1994
1994 < Baujahr ≤ 2001	2001
2001 < Baujahr ≤ 2009	2009
2009 < Baujahr ≤ 2015	2015
2015 < Baujahr	2016

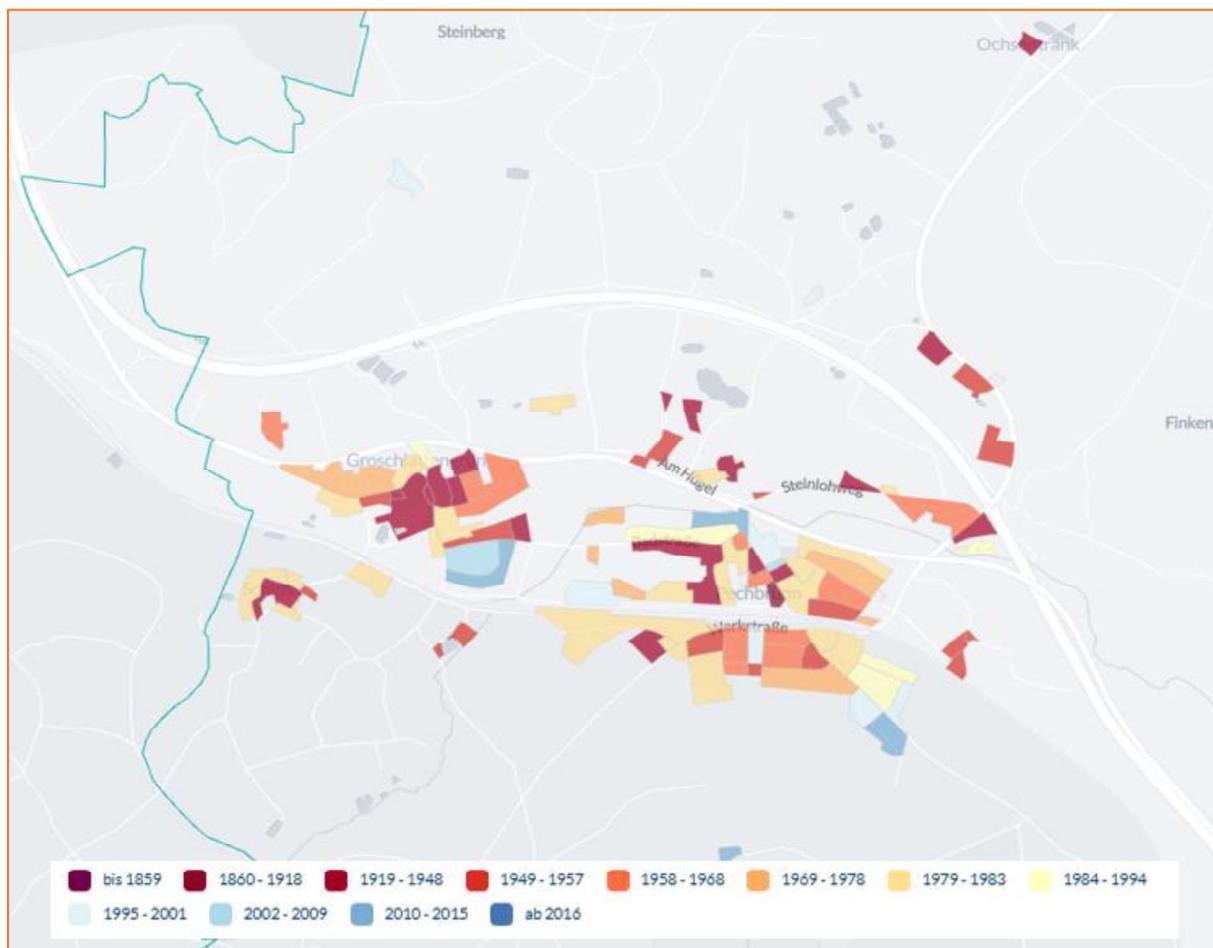


Abbildung 4 Übersicht Baualtersklassen als Baublock

3.5.2 Sanierungszustand

Der Sanierungszustand der Gebäude in der Gemeinde Pechbrunn ist größtenteils teilsaniert, was bedeutet, dass die meisten Gebäude bereits in wesentlichen Bereichen wie Fassaden, Fenstern oder Dächern renoviert wurden, jedoch nicht alle Teile vollständig saniert sind. In einigen Fällen wurden bestimmte Gebäudehüllen komplett saniert, einschließlich einer umfassenden Renovierung der Fassade, Dämmung und des Daches. Es gibt jedoch auch vereinzelt Gebäude, bei denen die Gebäudehülle noch unsaniert ist und größere Renovierungsmaßnahmen erforderlich sind. Insgesamt zeigt sich ein einheitliches Bild: Der größte Teil der Gebäude wurde bereits erfolgreich teilsaniert, teilweise komplett erneuert, während in anderen Bereichen noch Sanierungsbedarf besteht.



Abbildung 5 Sanierungszustand der Gebäude in Pechbrunn

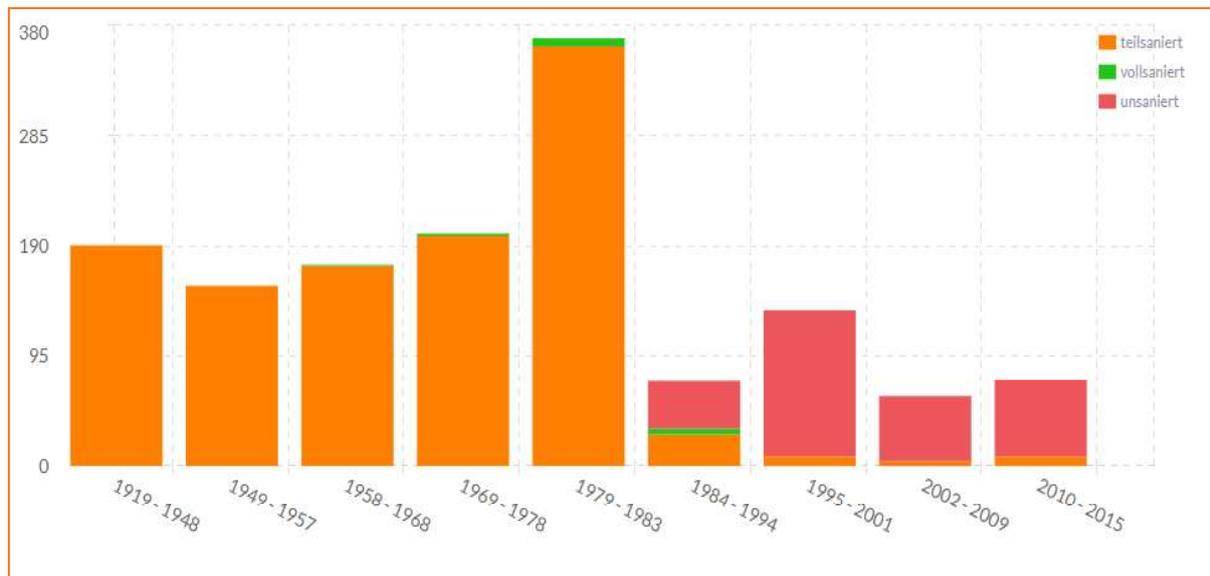


Abbildung 6 Sanierungszustand der Gebäude in Pechbrunn mit Baualterklassen

3.5.3 Gebäudetypen

Neben dem Gebäudealter, ist auch der Gebäudetyp für die Ermittlung der Energiebedarfs- werte und der Energieeinsparpotenziale relevant. In Pechbrunn wurde daher zur Bestimmung des Raumwärmebedarfs pro m² zwischen den Gebäudearten Einfamilien- und Doppelhäuser, Reihenmittelhäuser, Mehrfamilienhäuser unterschieden, die aufgrund ihrer Gebäudegröße jeweils ähnliche thermische Eigenschaften aufweisen.

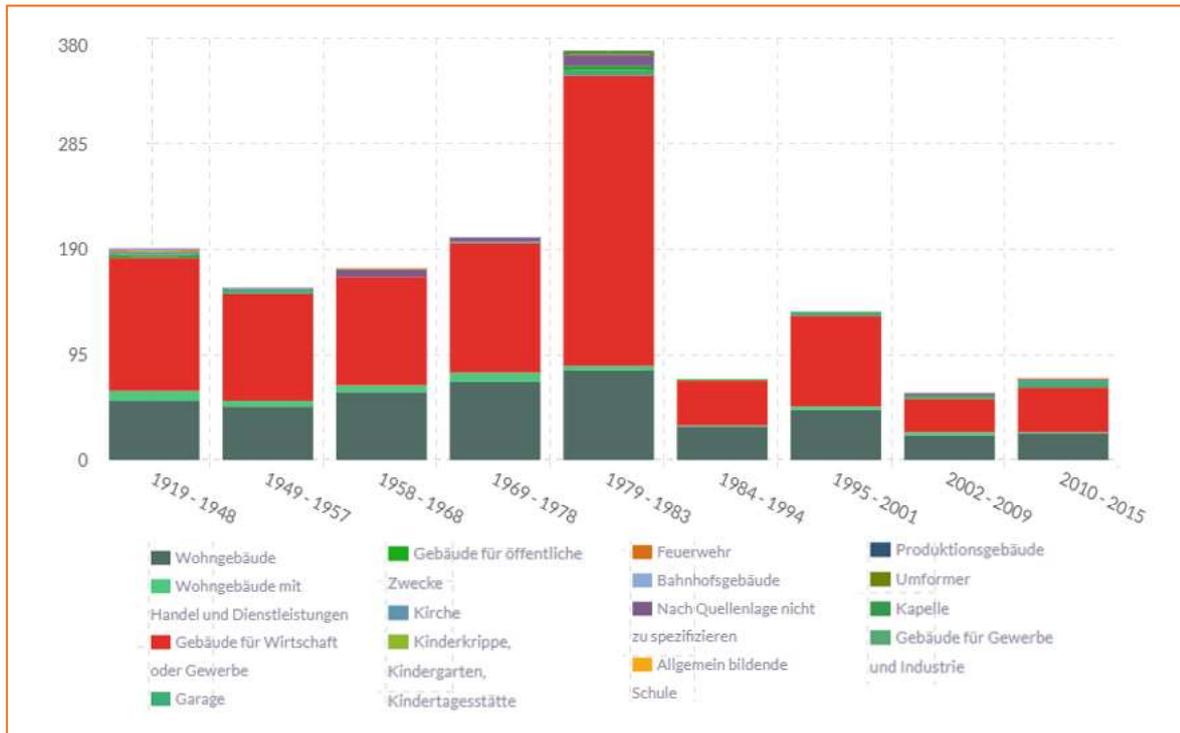


Abbildung 7 Gebäudetypen Sortierung nach Baujahr

Der Begriff Gebäudetypologie steht für eine systematische Beschreibung der Kriterien für die Klassifizierung von Gebäuden.

Als Grundlage der Bestimmung der Gebäudetypologie dienen grundlegend die Gebäudenutzungen 1. und 2. Ordnung des amtlichen Liegenschaftskatasters bis hin zur Kombination der Parameter Gebäudefunktion und Bauweise für eine detaillierte Spezifizierung. Anschließend werden entsprechend der Typologien für Wohngebäude des IWU und für Nichtwohngebäude der Typologien des BMVBS bautechnische Charakteristika vergeben.

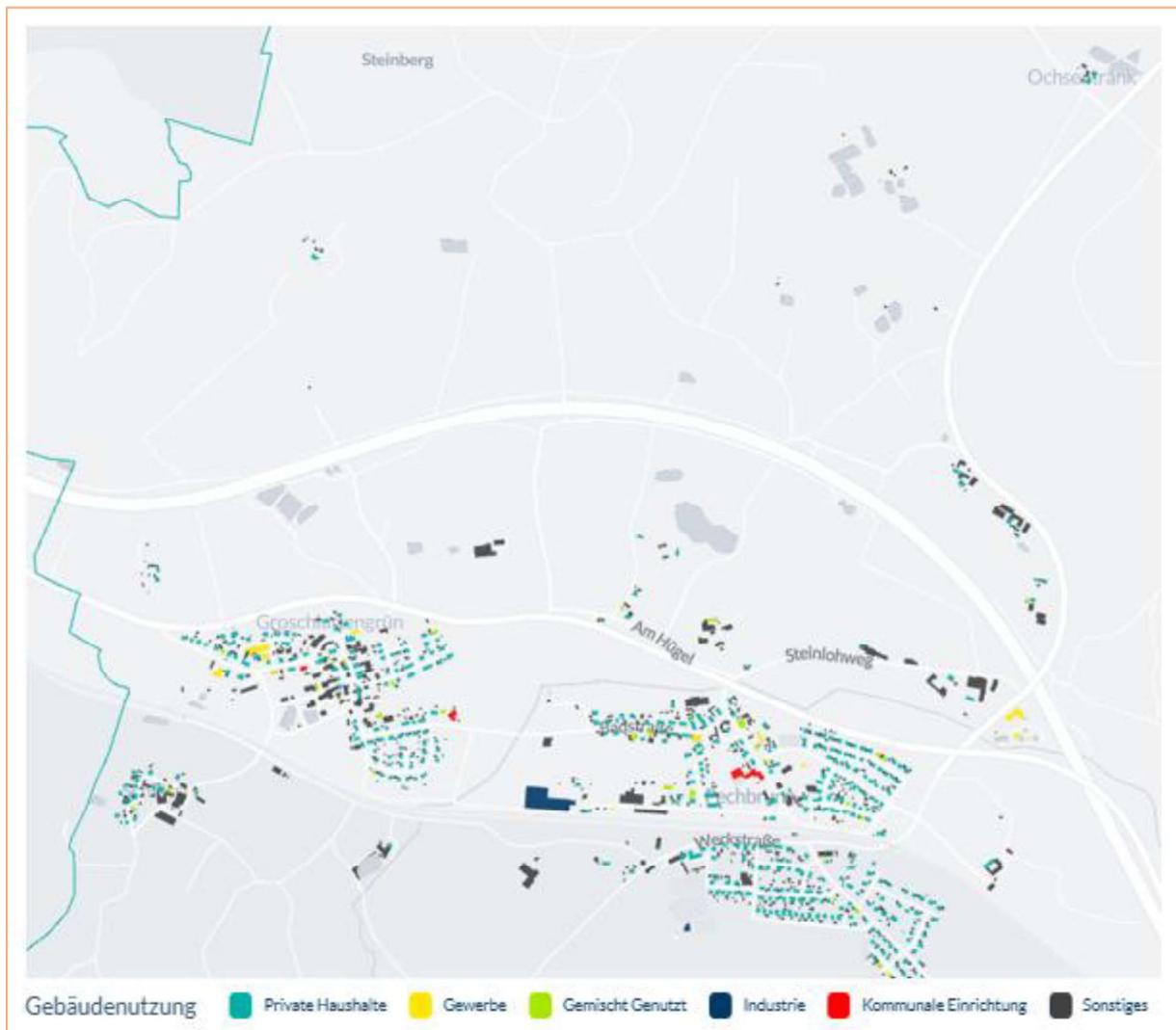


Abbildung 8 Kartierung der Gebäudenutzung gemäß BISCO-Sektoren

Erklärung zur Abbildung: Verteilung der Nutzungsarten auf den Gebäudebestand. Die Nutzungsarten entsprechen den Verbrauchssektoren nach dem BISCO-Standard:

- Industrie (Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes)
- Private Haushalte (Ein- und Mehrpersonenhaushalte, einschließlich der Personen in Gemeinschaftsunterkünften)
- Kommunale Einrichtungen (darunter z.B. Verwaltungsgebäude, kommunale Schulen, Kindertagesstätten, Straßenbeleuchtung)
- GHD/Sonstiges (alle bisher nicht erfassten wirtschaftlichen Betriebe (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen sowie Betriebe des Bergbaus, der Gewinnung von Steinen und Erden, dem Verarbeitenden Gewerbe mit weniger als 20 Mitarbeitern und landwirtschaftliche Betriebe)

Mögliche Gebäudetypen abgeleitet aus dem Amtlichen Liegenschaftskataster		
1. Ordnung	2. Ordnung	Wohngebäude (detailliert)
<ul style="list-style-type: none"> • Wohngebäude • Unbeheizte Nichtwohngebäude • nach Quellenlage nicht zu spezifizieren • Büro und Verwaltung 	<ul style="list-style-type: none"> • Wochenendhaus • Gaststätten und Restaurants • Hotels und Pensionen • Gebäude für kulturelle Zwecke • Oper, Theater und Veranstaltungshallen • Museen, Bibliotheken und Ausstellungsgebäude • Allgemeine Sportbauten • Wohnhaus • Wohn- und Bürogebäude • Einkaufszentren • Kaufhäuser • Krankenhäuser, Kliniken • Allgemeine Industrie- und Gewerbegebäude • Werkstattgebäude • Lagergebäude • Fabrikgebäude • Allgemeine Bürogebäude • Verwaltungs-, Polizei- und Feuerwehrgebäude • Regierungs- und Gerichtsgebäude • Kindertagesstätten • Hochschulen und Forschung • Allgemeinbildende Schulen • Schwimmhallen • Allgemeine Verkaufsbauwerke 	<ul style="list-style-type: none"> • Einfamilienhaus • Reihenhauser • Großes Mehrfamilienhaus • Mehrfamilienhaus • Hochhaus • Sonstige Wohngebäude

3.6 Aktuelle Versorgungsstruktur

In diesem Kapitel wird die Versorgungsseite näher untersucht. Dabei ist zu unterscheiden zwischen der Betrachtung der Gebäudeebene nach Energieträgern (Versorgungsarten), welche die Heizungsanlagen der Einzelgebäude widerspiegeln, und der Betrachtung der Versorgungs- bzw. großen Energieerzeugungsanlagen darstellen. Bei den Erzeugungsanlagen wird nach Anlagentyp unterschieden.

3.6.1 Versorgungsanlagen und Versorgungsarten

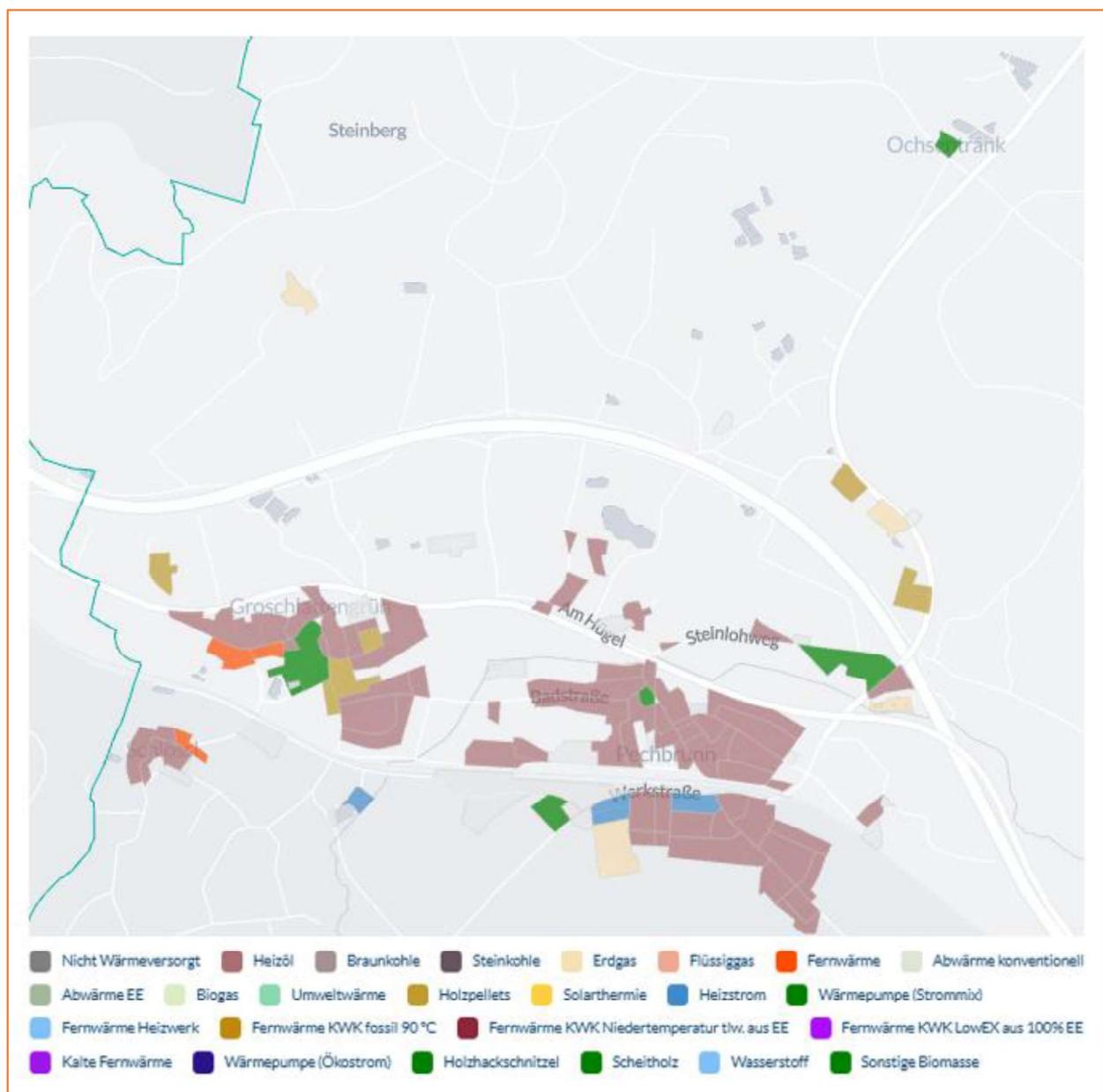


Abbildung 9 Versorgungsarten nach Baublöcken

Endenergiemenge nach Versorgungsarten der Gebäude in Pechbrunn	
Versorgungsart Wärme	Endenergiemenge
Fernwärme	1,5 GWh/a
Erdgas	0 MWh/a
Heizstrom	1,63 GWh/a
Heizöl	19,01 GWh/a
Biomasse	1,84 GWh/a
Umweltwärme / Wärmepumpe Strommix	97,95 MWh/a

Die aktuelle Wärmeversorgung setzt sich aus verschiedenen Energieträgern zusammen, wobei fossile Brennstoffe weiterhin eine dominierende Rolle spielen. Ein kleines Fernwärmenetz mit 18 Anschlussnehmern wird bereits betrieben und durch eine Biogasanlage mit drei BHKW-Motoren versorgt.

Die aktuelle Wärmeversorgung ist stark von Heizöl (65 %) abhängig, während erneuerbare Energien (24 %) bisher nur eine begrenzte Rolle spielen. Das bestehende Fernwärmenetz mit Biogasnutzung ist ein positiver Ansatz, sollte jedoch weiter ausgebaut werden.

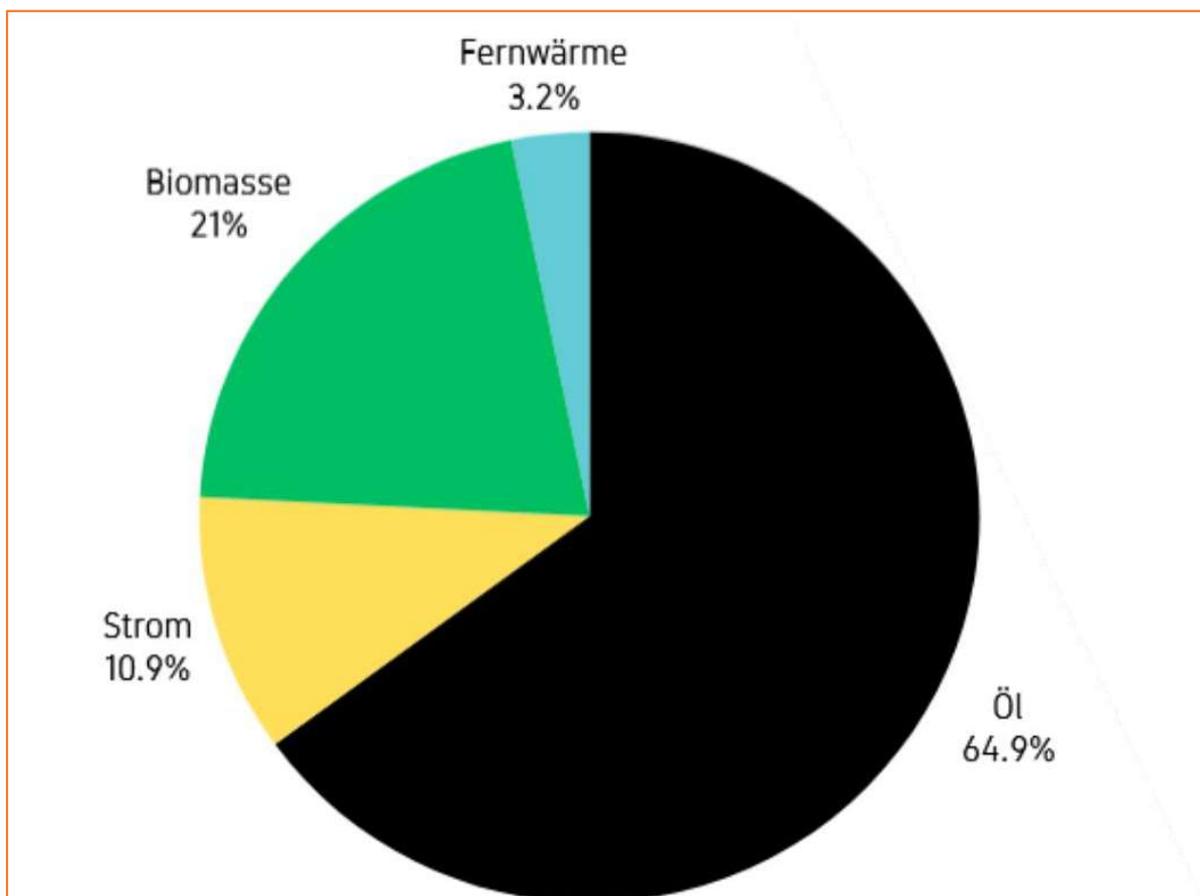


Abbildung 10 Aktuelle Wärmeversorgungsstruktur in Prozent der Gemeinde Pechbrunn

In folgender Abbildung ist die räumliche Verteilung der explizit verorteten (zentralen) Wärmeversorgungsanlagen, aber auch Anlagen zur Stromversorgung und zur kombinierten Wärme- und Stromversorgung (KWK)

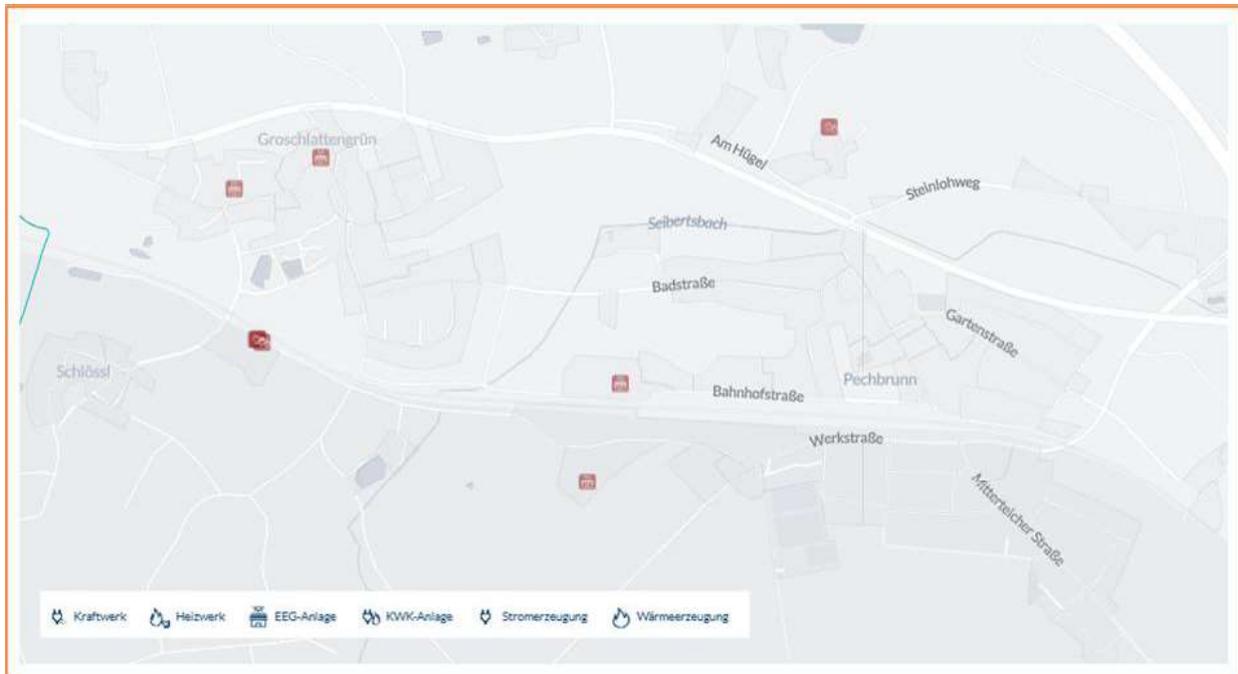


Abbildung 11 Versorgungslagen in Pechbrunn

Endenergiebereitstellung durch Versorgungsanlagen nach Anlagentyp	
Anlagentyp	Energiemenge
EEG-Anlagen	1,53 MWh
KWK-Anlagen	5,58 MWh

3.6.2 Energiedichte (räumlich)

In Gebieten mit einem geringen Anteil der Grundfläche von Wohngebäuden an der Arealfläche ist bspw. ein Wärmenetz oft nicht wirtschaftlich. Der Wert eignet sich zur Abschätzung der erforderlichen Netzlängen für ein Wärmenetz in Wohngebieten.

Flächendichte in Pechbrunn	
Parameter	Wert
Fläche von Pechbrunn	26,46 km ²
Anzahl der Gebäude	1.430
Anzahl der Einwohner	1.338
Wohnflächennachfrage	42 m ² /Einwohner
durchschnittliche Wärmedichte [pro km ²]	749,75 GWh/km ²

Darüber hinaus ermöglicht es die Dichte des Wärmeverbrauchs in ihrer räumlichen Darstellung, Vorrang- oder Eignungsgebiete für bestimmte Wärmeversorgungsoptionen zu identifizieren.



Abbildung 12 Wärmeverbrauchsichte in Pechbrunn

Die Intensität der roten Einfärbung ist proportional zur Höhe der aggregierten Wärmeverbräuche der jeweiligen Gebäudebestände.

3.7 Wärmebedarf

Das wichtigste Ziel der Bedarfsanalyse ist die Ermittlung des räumlich aufgelösten Wärmebedarfs in Form einer Karte der Wärmebedarfsdichten für das gesamte Gebiet einer Kommune. Die Wärmedichte ist ein wichtiger Indikator für die Eignung von Gebieten für eine zentrale (leitungsgebundene) Wärmeversorgung mit Wärmenetzen oder dezentrale Einzelheizungen.

Wärmesenken oder auch der Bedarf an Wärme kann in unterschiedlicher Form in auf Erscheinung treten. Entweder als Wärmeenergie für die Durchführung meist industrieller Prozesse (sog. Prozesswärme) oder als Heizenergie für die Erwärmung von Wohn-/Arbeitsräumen oder Brauch-/Trinkwarmwasser. Standorte, die einen nennenswerten Bedarf an Prozesswärme (Dampferzeuger, Trocknungsanlagen etc.) haben, kommen meist nur vereinzelt vor und sind in Ihrer räumlichen Verteilung eher wenig komplex. Die weiteren Betrachtungen konzentrieren sich daher speziell auf den Bedarf an Raumwärme und Warmwasser auf Gebäudeebene.

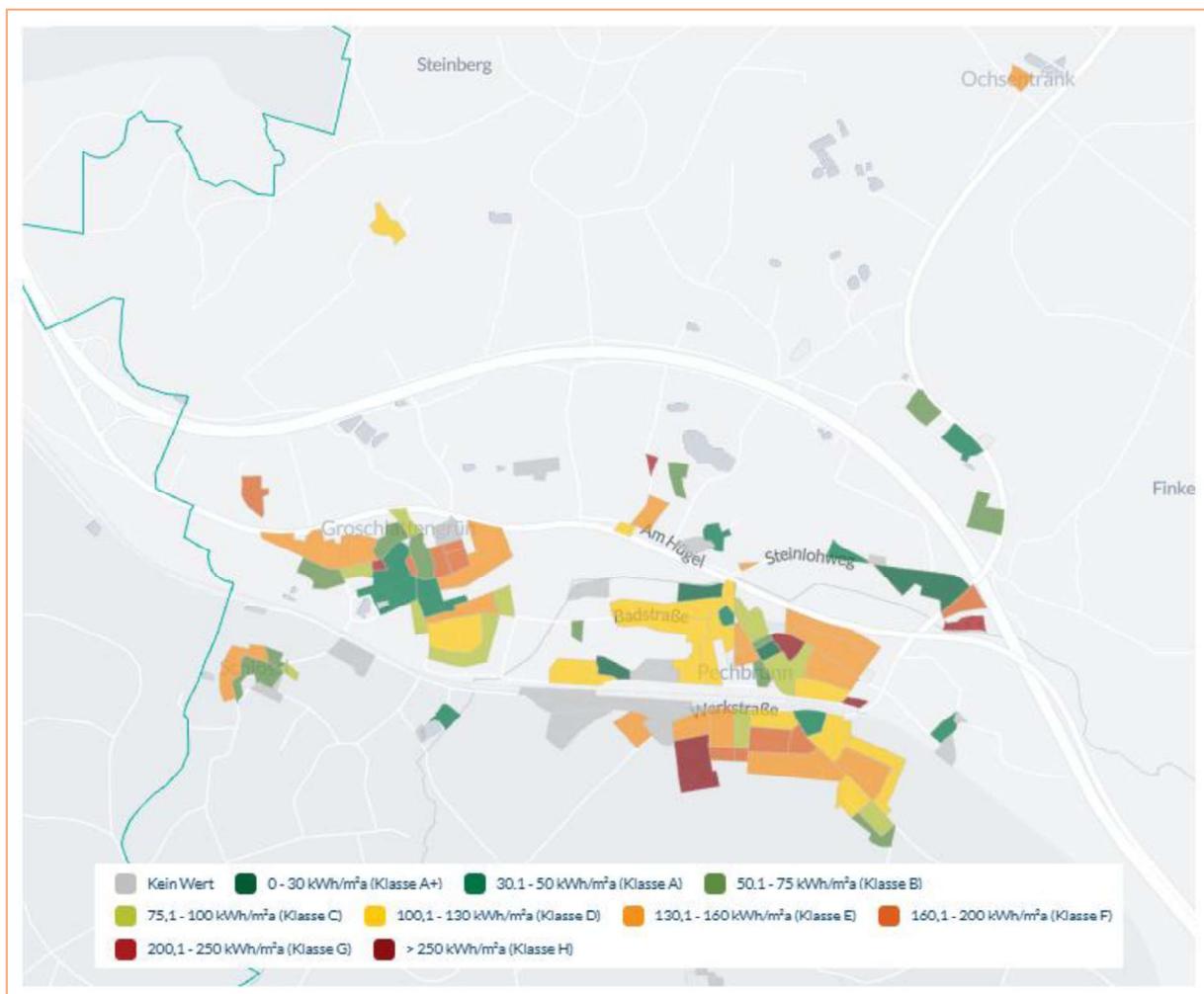


Abbildung 13 Kartografische Darstellung des spezifischen bilanzierten Wärmebedarf in Pechbrunn

Der Gebäudebestand von Pechbrunn stellt sich, aufgeteilt nach Gebäudetypen, wie folgt dar:

Anzahl der Gebäude	Gebäudetypen	Bilanzierter Endenergiebedarf zur Wärmebedarfsdeckung
316	Einfamilienhaus	12,84 GWh/a
36	Mehrfamilienhaus	2,41 GWh/a
25	Großes Mehrfamilienhaus	2,27 GWh/a
51	Reihenhaus	2,29 GWh/a
0	Hochhaus	0
15	Sonstige Wohngebäude	803,04 GWh/a
954	Nichtwohngebäude	1,51 GWh/a

Der Gebäudebestand und Wärmebedarf in Pechbrunn aufgeteilt nach Sektoren:

Anzahl der Gebäude	Gebäudetypen	Bilanzierter Endenergiebedarf zur Wärmebedarfsdeckung
481	Private Haushalte	22,42 GWh/a
944	GHD / Sonstige	384,74 MWh/a
2	Industrie	567,23 MWh/a
3	Kommunale Einrichtungen	561,88 MWh/a

3.8 Strombedarf

Der Strombedarf von Gebäuden zeigt sich meist unabhängig von der Gebäudekonstruktion. Bei Wohngebäuden kann er durch die Anzahl der Bewohner bestimmt werden, bei gewerblichen Bauten durch die Art und Größe des Betriebs (ENP Bayern und Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte und der Vergleichswerte im Nichtwohngebäudebestand).



Abbildung 14 Übersicht Stromverbrauch

Die Versorgung erfolgt über eine flächendeckende Netzstruktur. Dezentral erzeugter Strom wird meist ins Netz eingespeist. Leitungsverluste sind wenig entscheidend. Es gibt keinen zwingenden Bezug zwischen dem Ort der Erzeugung und dem Ort des Verbrauchs. Für die Kopplung des Stromsektors mit dem Wärme- oder Mobilitätssektor gewinnt dieser Umstand jedoch wieder stark an Bedeutung.

Strom macht im Allgemeinen etwa 15 % des Energieverbrauchs im Wohnbereich aus. Durch die zunehmende Technisierung der Haushalte (PC, Multimedia) bleibt der Strombedarf etwa gleich, obwohl viele Geräte inzwischen mit deutlich weniger Strom betrieben werden können (Kühlschrank, Waschmaschine). Da Strom zum Teil mit dem dreifachen Aufwand aus Primärenergie hergestellt wird, ist der CO₂-Ausstoß je Kilowattstunde deutlich höher als bei Heizenergie aus Fernwärme oder auch Gas. Eine Einsparung im Strombereich wirkt sich daher auf die CO₂-Minderung stärker aus.

Im Wohngebäudebereich wird der Strombedarf über die Anzahl der Einwohner ermittelt. Im Nichtwohnbereich erfolgt die Bestimmung des Strombedarfs über einen Pauschalwert pro Quadratmeter, welcher sich nach der Art des Gewerbes richtet. Prozessenergie ist nicht, oder nur bedingt in den Gebäudebilanzierungen enthalten. Diese ist im Kapitel „Versorgungsanlagen und Versorgungsarten“ thematisiert.

Der Gebäudebestand von Pechbrunn stellt sich, aufgeteilt nach Gebäudetypen, wie folgt dar:

Anzahl der Gebäude	Gebäudetypen	Bilanzierter Endenergiebedarf zur Strombedarfsdeckung
316	Einfamilienhaus	775,00 MWh/a
36	Mehrfamilienhaus	119,00 MWh/a
25	Großes Mehrfamilienhaus	160,00 MWh/a
51	Reihenhaus	123,00 MWh/a
0	Hochhaus	0
15	Sonstige Wohngebäude	48,00 MWh/a
954	Nichtwohngebäude	391,26 MWh/a

Der Gebäudebestand und Strombedarf in Pechbrunn aufgeteilt nach Sektoren:

Anzahl der Gebäude	Gebäudetypen	Bilanzierter Endenergiebedarf zur Wärmebedarfsdeckung
481	Private Haushalte	1.43 GWh/a
944	GHD / Sonstige	138,08 MWh/a
2	Industrie	154,03 MWh/a
3	Kommunale Einrichtungen	99,16 MWh/a

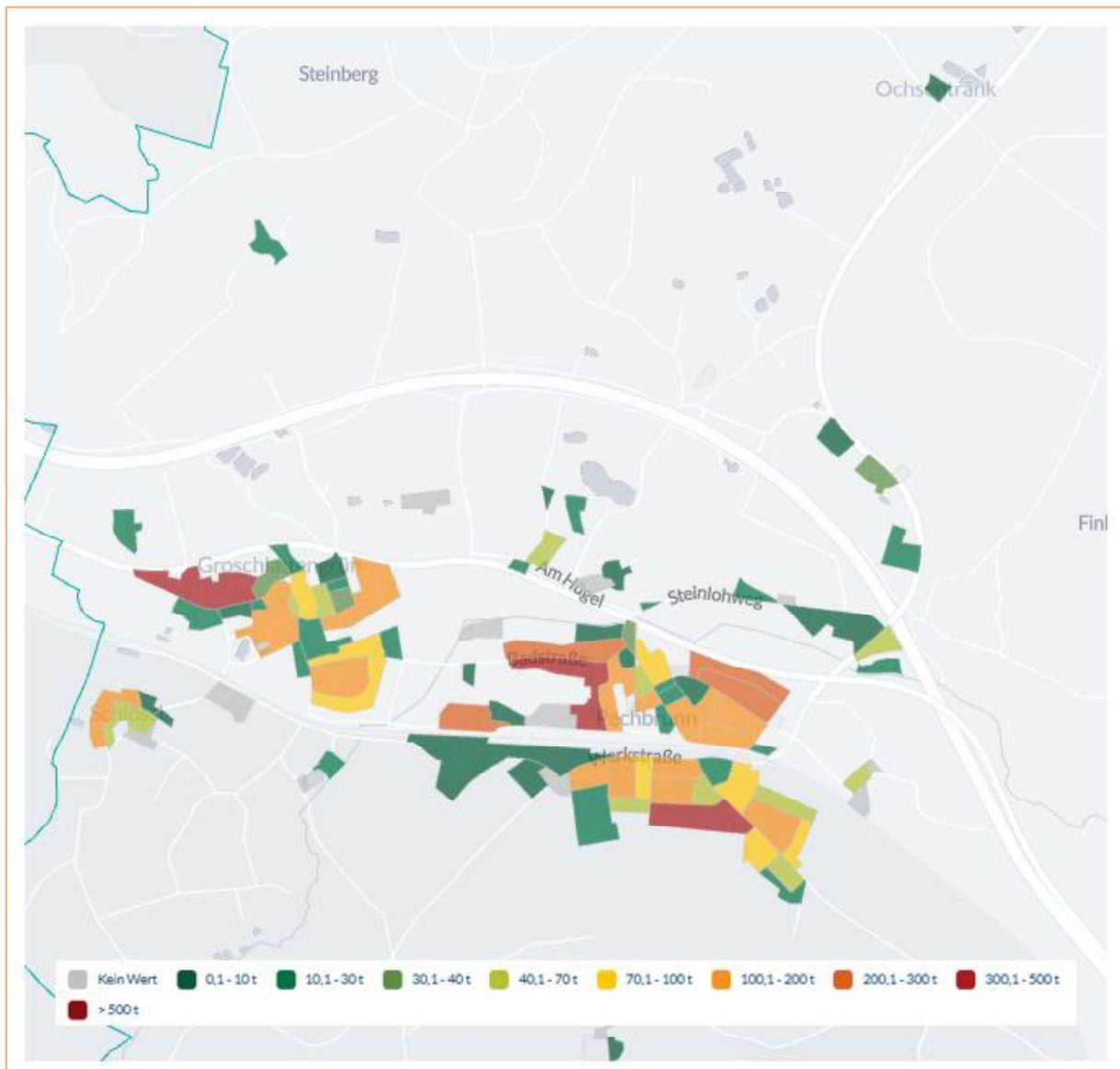
3.8.1 Treibhausgasemission

Die Erzeugung von Strom und Wärme ist eine der größten Quellen für Treibhausgasemissionen weltweit, wobei fossile Brennstoffe wie Kohle, Erdgas und Öl nach wie vor dominieren. Diese Emissionen tragen maßgeblich zum Klimawandel bei, weshalb der Übergang zu erneuerbaren Energien und effizienteren Technologien als dringende Notwendigkeit gilt.

3.8.1.1 THG Emissionen Wärme und Strom

Aktuelle Energie- und Emissionsbilanz (Wärme und Strom) in Pechbrunn

Parameter	Wert	Beschreibung
Gebäudenutzfläche	206.908,96 m ²	Gebäudenutzfläche A _N nach DIN V 18599
Gebäudegrundfläche	142.245,37 m ²	Fläche des kompletten unteren Gebäudeabschlusses
Nutzenergiebedarf	21,66 GWh/a	Summe der bilanzierten Nutzenergiebedarfe (Wärme- und Strombedarf)
Nutzenergiebedarf pro Einwohner	16,19 MWh/Kopf	Summe der bilanzierten Nutzenergiebedarfe (Wärme- und Strombedarf) / Einwohnerzahl
Endenergieverbrauch	20,84 GWh/a	Summe der bilanzierten und/oder gemessenen Endenergieverbräuche (Wärme + Strom)
Endenergieverbrauch pro Einwohner	15,58 MWh/Kopf	Summe der bilanzierten und/oder gemessenen Endenergieverbräuche (Wärme + Strom) / Einwohnerzahl
THG-Emissionen (gesamt)	5.922,69 t/a	Summe der THG-Emissionen (auf Basis bilanzierter und/oder gemessener Endenergieverbräuche (Wärme + Strom)) (CO ₂ -Äquivalente)
THG-Emissionen pro Kopf	4,43 t/Kopf	Summe der THG-Emissionen (auf Basis bilanzierter und/oder gemessener Endenergieverbräuche (Wärme + Strom)) (CO ₂ -Äquivalente) / Einwohnerzahl



3.8.1.2 Treibhausgasemission Wärme

Die Wärmeerzeugung stellt einen wesentlichen Faktor bei den globalen Treibhausgasemissionen dar, insbesondere in den Bereichen Gebäudewärme und industrielle Prozesse. Die Emissionen variieren je nach verwendeten Energieträgern, Technologien und Effizienz der Systeme.

- Fossile Brennstoffe als Hauptquelle von CO₂-Emissionen

Fossile Brennstoffe wie Erdgas, Heizöl und Kohle sind nach wie vor die dominierenden Energieträger in der Wärmeerzeugung. Bei der Verbrennung dieser Brennstoffe entstehen signifikante Mengen an CO₂, welches als Haupttreibhausgas zur globalen Erwärmung beiträgt. Erdgas verursacht rund 201 g CO₂ pro erzeugter Kilowattstunde Wärme, Heizöl etwa 267 g CO₂/kWh, während Braunkohle und Steinkohle bis zu 350 bzw. 320 g

CO₂/kWh freisetzen. Diese Werte sind jedoch stark abhängig von der Effizienz der Heizsysteme und den Technologien zur Emissionsminderung.

- Elektrische Wärmeerzeugung und ihre CO₂-Intensität

Elektrische Heizsysteme, wie Direktheizungen oder Nachtspeicheröfen, haben je nach Strommix eine hohe CO₂-Intensität. In Deutschland liegt diese bei etwa 366 g CO₂/kWh, basierend auf dem durchschnittlichen Strommix, der einen gewissen Anteil an fossilen Energieträgern wie Kohle und Erdgas enthält. Dies bedeutet, dass die CO₂-Emissionen von elektrischer Wärme direkt mit der Zusammensetzung des Stromnetzes korrelieren.

- Effizienz und Technologischer Wandel

Die Effizienz der Wärmeerzeugungssysteme spielt eine zentrale Rolle bei den Emissionen. Moderne Heiztechnologien wie Brennwertkessel, die sowohl Wärme aus der Verbrennung als auch aus den Abgasen zurückgewinnen, können die CO₂-Emissionen erheblich verringern. Ebenso ermöglichen Wärmepumpen mit einem hohen Leistungskoeffizienten (COP) eine deutlich effizientere Nutzung von Energie, vor allem, wenn sie mit grünem Strom betrieben werden. Der technologische Fortschritt, einschließlich der Integration von Energiespeichersystemen und Smart-Grid-Technologien, trägt ebenfalls zur Reduktion der Emissionen bei.

Die Reduktion der Treibhausgasemissionen aus der Wärmeerzeugung ist entscheidend für das Erreichen globaler Klimaziele. Der Umstieg auf erneuerbare Energien, die Verbesserung der Effizienz bestehender Systeme und die Weiterentwicklung von innovativen Technologien bieten die größten Potenziale für eine klimafreundliche Wärmeversorgung. Zukünftige politische Maßnahmen und technologische Innovationen sind erforderlich, um den Übergang von fossilen zu erneuerbaren Energieträgern effizient zu gestalten und die CO₂-Emissionen signifikant zu senken.

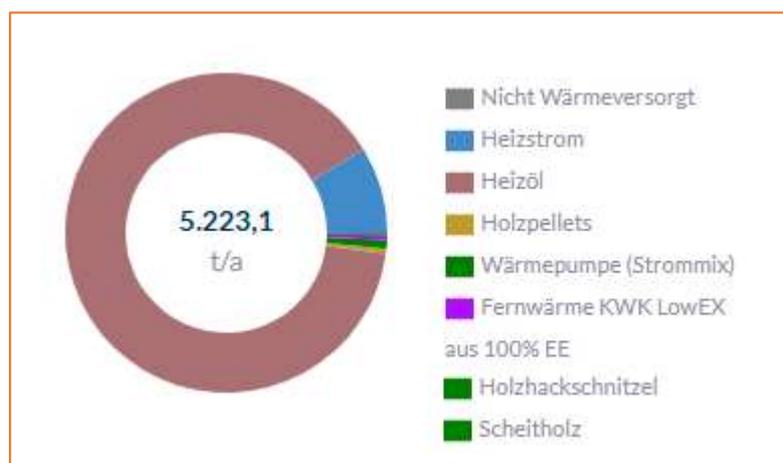


Abbildung 15 CO₂ Emissionen Wärme nach Versorgungsart

3.8.1.3 Treibhausgasemission Strom

Die Treibhausgasemissionen aus der Stromproduktion variieren je nach Energiequelle erheblich. Fossile Brennstoffe wie Kohle und Gas sind die Hauptverursacher von CO₂-Emissionen, wobei Kohlekraftwerke mit etwa 900-1000 g CO₂/kWh die höchsten Emissionen verursachen. Gasbetriebene Kraftwerke liegen mit 350-500 g CO₂/kWh etwas darunter. Im Gegensatz dazu haben erneuerbare Energiequellen wie Wind-, Solar- und Wasserkraft nahezu keine direkten CO₂-Emissionen. Biomasse verursacht, abhängig von der Art und Effizienz der Verbrennung, moderate Emissionen im Bereich von 30-100 g CO₂/kWh. Kernenergie, obwohl nicht CO₂-frei, weist mit etwa 10-20 g CO₂/kWh relativ niedrige Emissionen auf, die vor allem aus dem gesamten Lebenszyklus der Technologie resultieren.

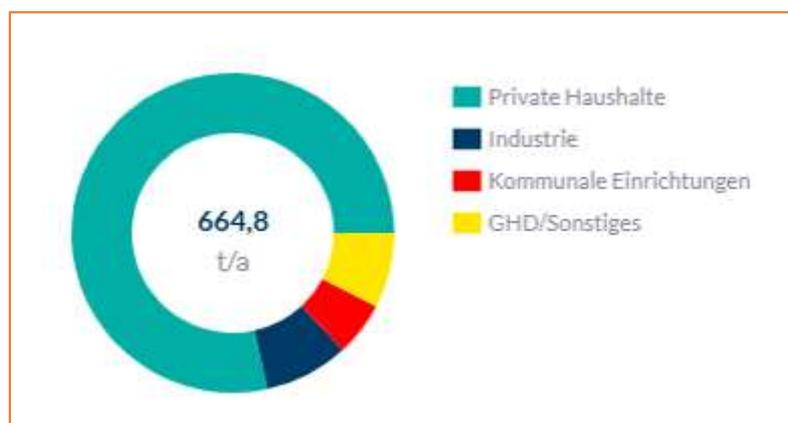


Abbildung 16 CO₂-Emissionen Strom nach Biskosektoren

Der deutsche Strommix hatte 2020 eine durchschnittliche Emission von etwa 366 g CO₂/kWh. Diese Zahl reflektiert die Mischung aus fossilen Brennstoffen und erneuerbaren Quellen. Angesichts der Klimaziele ist eine drastische Reduktion des CO₂-Ausstoßes erforderlich, die durch eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien und Verbesserungen in der Energieeffizienz erreicht werden kann.

3.9 Zusammenfassung Bestandsanalyse

Die energetische Analyse der Gemeinde Pechbrunn zeigt ein differenziertes Bild hinsichtlich Gebäudestruktur, Wärmeversorgung, Stromverbrauch und daraus resultierender Treibhausgasemissionen. Durch die Anwendung der IWU-Gebäudetypologie in Verbindung mit den Baualtersklassen konnte der energetische Zustand des Gebäudebestands systematisch erfasst und typenspezifisch bewertet werden. Dies legt die Grundlage für eine zielgerichtete Energieplanung.

Der überwiegende Teil der Wohngebäude ist bereits teilsaniert, was positiv auf die Effizienz des Wärmebedarfs wirkt. Dennoch besteht insbesondere bei älteren und unsanierten Gebäuden weiterhin großes Sanierungspotenzial. Die Versorgung mit Heizenergie basiert derzeit noch überwiegend auf fossilen Brennstoffen – allen voran Heizöl. Erneuerbare Energien spielen mit einem Anteil von rund 24 % bislang eine untergeordnete Rolle. Das vorhandene Fernwärmenetz auf Biogasbasis ist ein zukunftsweisender Ansatz, dessen Ausbau ein wichtiger Schritt zur Reduktion fossiler Abhängigkeiten wäre.

Die räumlich differenzierte Wärmebedarfsanalyse zeigt Potenziale für eine zentrale Wärmeversorgung, insbesondere in dichtem besiedeltem Gebieten. Gleichzeitig erlaubt die Betrachtung der Wärmedichte die Identifikation von Eignungsgebieten für dezentrale Versorgungslösungen.

Auch im Strombereich zeigt sich ein klar strukturiertes Verbrauchsbild, das vor allem durch private Haushalte geprägt ist. Trotz moderner, stromsparender Geräte bleibt der Stromverbrauch aufgrund zunehmender Technisierung der Haushalte weitgehend stabil. Da Strom zum Teil mit hohem Primärenergieeinsatz erzeugt wird, sind Einsparungen in diesem Bereich besonders wirksam für die THG-Reduktion.

Die aktuelle Energie- und Emissionsbilanz zeigt, dass Pechbrunn mit einem Gesamt-CO₂-Ausstoß von knapp 6.000 Tonnen pro Jahr (rund 4,43 Tonnen pro Kopf) zwar noch deutlich über den klimapolitisch angestrebten Werten liegt, jedoch durch gezielte Maßnahmen in der Sanierung, der Nutzung erneuerbarer Energien und der Steigerung der Energieeffizienz gute Ansatzpunkte für eine nachhaltige Transformation der lokalen Energieversorgung bietet.

4 Potenzialanalyse

Im Rahmen der Potenzialanalyse wird systematisch ermittelt, welches Potenzial vor Ort vorhanden ist, um eine klimaneutrale Wärmeversorgung zu realisieren. Hierbei spielen verschiedene Aspekte eine wesentliche Rolle. Zum einen werden erneuerbare Energien als primäre Quelle für grüne Wärme betrachtet, wozu Technologien wie Solarthermie, Geothermie, Biomasse gehören können. Zum anderen werden potenzielle Abwärmequellen im Gemeindebereich identifiziert, beispielsweise aus Abwasser. Zusätzlich wird untersucht, wie durch Energieeinsparungen und Effizienzsteigerungen der Wärmebedarf in der Zukunft verringert werden kann.

Alle diese Informationen bilden zentrale Bausteine für die Entwicklung einer Wärmewendestrategie und schaffen einen Rahmen, innerhalb dessen regionale und klimaneutrale Konzepte für die Wärmeversorgung umgesetzt werden können.

Es ist wichtig zu betonen, dass die folgenden dargestellten Potenziale hauptsächlich technische Potenziale darstellen. Diese geben an, wie viel Ertrag mit gängigen technischen Anlagen auf den verfügbaren Flächen erzielt werden kann. Dabei werden auch rechtliche Rahmenbedingungen sowie technologische Grenzen berücksichtigt. Wirtschaftliche Faktoren wie etwa Erschließungs- und Investitionskosten sowie deren Verhältnis zu den zu erwartenden Erträgen werden jedoch nicht detailliert einbezogen. Ob ein Potenzial auch wirtschaftlich nutzbar ist, muss im Einzelfall geprüft werden.

4.1 Energieeinsparung

Energieeinsparung ist ein umfassendes Konzept, das weit über die bloße Reduktion von Kosten hinausgeht und eine wesentliche Rolle im Kampf gegen den Klimawandel und zum Schutz unserer natürlichen Umwelt spielt. Jede unserer täglichen Handlungen, ob zu Hause, am Arbeitsplatz oder in der Freizeit, beeinflusst unseren Energieverbrauch und somit die Umwelt. Die gute Nachricht ist, dass wir durch bewusste Entscheidungen und kleine Veränderungen in unseren Gewohnheiten einen signifikanten Unterschied bewirken können.

4.1.1 Optimierung der Heizungssysteme

Unter der Optimierung eines Heizungssystem wird die verbesserte Einstellung von Regelungs- bzw. Steuerparametern (Leistung, Durchfluss, Temperaturen, Betriebszeiten etc.) verstanden. Die Optimierung sollte zudem kontinuierlich (automatisiert) und nicht nur einmalig erfolgen, um auf Änderungen in Gebäudephysik, Verhalten von Nutzerinnen und Nutzern oder Wetter bzw. Klimaänderungen reagieren zu können.

Ein Heizungssystem in einem Gebäude umfasst gemäß DIN EN 12828:2013-04 die Wärmezeugung (Kessel, Wärmepumpe, Wärmeübergabestation, etc.) inklusive einer Regelung, ein System zur Wärmeverteilung (Pumpen sowie Rohrleitungen für den Vor- und Rücklauf) sowie die Übergabe der Heizwärme in den Räumen (z. B. Heizkörpern oder Flächenheizung). Zu dem System der Wärmeverteilung gehören oft auch Speicher (-systeme), die für eine ausgeglichene

Wärmebereitstellung sorgen. Heizungsanlagen dienen, je nach Auslegung, neben der Wärmeversorgung auch der Erzeugung von Brauchwarmwasser für ein Gebäude.

Mögliche Optimierungsmaßnahmen gemäß der drei Ebenen der Heizungsanlage:

1. Maßnahmen in der Wärmeerzeugung

- Optimierung der Regelung des Wärmeerzeugers: z. B. durch Anpassung von Heizkennlinie oder Vorlauftemperatur
- Überwachung von Betriebsparametern des Wärmeerzeugers: z. B. Temperatur der Verbrennungsluft und des Abgases, Anzahl der Brennerstarts
- Anpassung der Kesselbetriebsführung an dem Bedarf für Trinkwasser in Sommermonaten

2. Maßnahmen in der Wärmeverteilung

- Anpassung der elektrischen Leistungsaufnahme der Umwälzpumpen
- Kontinuierlichere hydraulischer Abgleich zur Absenkung von Rücklauftemperatur und Rohrleitungsverlusten

3. Maßnahme in der Wärmeübertragung und Wärmenutzung

- Nutzung von adaptiver oder bedarfsgesteuerter Einzelraumregelung (steuerbare Thermostatventile, Raum- bzw. Wohnungsregler)
- Überwachung von Heizkörper- und Raumtemperaturen und/oder Verbrauchseinheiten der Heizkostenverteiler.

4.1.2 Energetische Sanierung der Wohngebäude und Nichtwohngebäude

Die energetische Sanierung von Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden ist eine Schlüsselmaßnahme zur Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen. Durch eine Vielzahl von Maßnahmen, wie die Dämmung der Gebäudehülle, den Austausch von Fenstern und Heizsystemen sowie die Integration erneuerbarer Energien, kann der Energiebedarf erheblich gesenkt und die Energieeffizienz verbessert werden. Trotz der hohen Anfangsinvestitionen bieten energetische Sanierungen langfristige Einsparpotenziale und eine Erhöhung des Wohnkomforts sowie eine Wertsteigerung der Immobilie. Zudem tragen sie aktiv zum Klimaschutz bei und unterstützen die Energiewende.



Abbildung 17 Anzahl der Gebäude nach Sanierungszustand

Das durchschnittliche Sanierungspotenzial von Gebäuden liegt bei etwa 44%. Dies bedeutet, dass durch energetische Modernisierungen – etwa durch die Verbesserung der Dämmung, den Austausch ineffizienter Heizsysteme und den Einsatz moderner Fenster – fast die Hälfte des Energieverbrauchs in Gebäuden eingespart werden könnte.

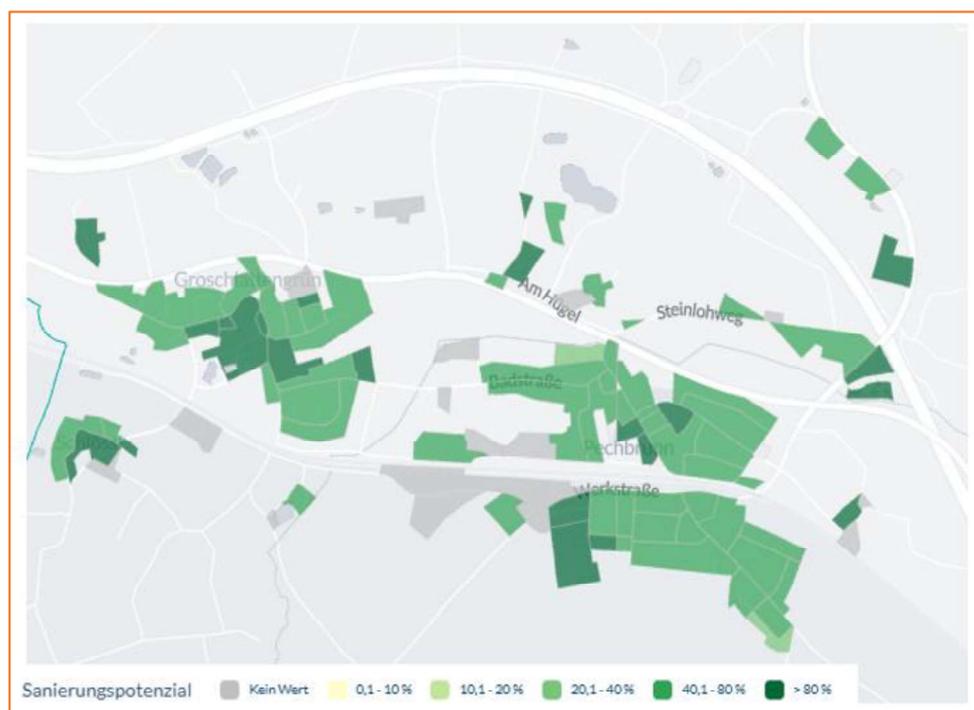


Abbildung 18 Sanierungspotenzial in der Gemeinde Pechbrunn

Maßnahmen zur energetischen Sanierung tragen nicht nur zur Senkung der Energiekosten bei, sondern auch zur Reduktion von CO₂-Emissionen und leisten somit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Besonders in älteren Gebäuden ist das Potenzial oft noch höher. Die Nutzung staatlicher Förderprogramme und die steigende Verfügbarkeit effizienter Technologien fördern die Umsetzung solcher Maßnahmen zunehmend.

Reduzierung des Wärmebedarfes in Pechbrunn nach Ausschöpfung der Sanierungspotenziale

Gebäudetyp	Wärmebedarf IST	Wärmebedarf SZ
Einfamilienhaus	10,74 GWh/a	2,68 GWh/a
Reihenhaus	1,91 GWh/a	440,50 MWh/a
Mehrfamilienhaus	1,96 GWh/a	396,30 MWh/a
Großes Mehrfamilienhaus	2,04 GWh/a	420,42 MWh/a
Hochhaus	0	0
Sonstige Wohngebäude	642,44 MWh/a	190,73 MWh/a
Nichtwohngebäude	1,21 GWh/a	225,79 MWh/a

Erläuterungen zur Tabelle: Reduzierung des Wärmebedarfs in Pechbrunn nach Ausschöpfung aller maximal möglichen Potenziale durch Gebäudesanierung im Bestand aufgeschlüsselt nach Gebäudetypen. Die maximal möglichen Sanierungspotenziale ergeben sich aus den derzeit bestmöglichen Energiestandards (U-Werte) der Bauteile, wie es die Förderbedingungen des BAFA (Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude - Einzelmaßnahmen) vorgeben.

4.2 Potenzial zur Nutzung erneuerbarer Energien

Erneuerbare Energien (EE) sind ein zentraler Bestandteil einer nachhaltigen Energieversorgung und spielen eine entscheidende Rolle im Kampf gegen den Klimawandel. Zu den wichtigsten Quellen gehören Solarenergie, Windkraft, Wasserkraft, Biomasse und Geothermie. Diese Technologien bieten umfangreiche Möglichkeiten zur Deckung des globalen Energiebedarfs, wobei ihre Verfügbarkeit regional unterschiedlich ist.

Technologische Innovationen, verbesserte Speicherlösungen und politische Rahmenbedingungen sind entscheidend für die weitere Nutzung erneuerbarer Energien. Trotz bestehender Herausforderungen, etwa bei der Speicherung und Netzstabilität, ist das Potenzial der erneuerbaren Energien entscheidend für eine nachhaltige und umweltfreundliche Energiezukunft.

4.2.1 Potenziale oberflächennahe Geothermie

Geothermische Energie oder »Erdwärme« ist die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde. Die oberflächennahe Geothermie umfasst die Erschließung von Erdwärme in Tiefen von 1 bis ca. 400 m. Die Erdwärme der oberen Bodenschichten bis etwa 100 m Tiefe ist zum einen gespeicherte Sonnenenergie, zum anderen Energie aus dem Erdinneren. So ist der Temperaturverlauf bis rund 10 m unter Geländeoberkante durch die jahreszeitlichen Temperaturunterschiede geprägt. Ab ca. 15 m Tiefe ist er über das Jahr hinweg nahezu konstant und nimmt aufgrund des aufwärtsgerichteten Wärmestroms aus dem Erdinneren kontinuierlich um rund 3 °C pro 100 m Tiefe zu. Da der Temperaturbereich mit durchschnittlich 8 –12 °C zum direkten Heizen zu gering ist, wird er mittels erdgekoppelter Wärmepumpe auf das benötigte Niveau, in der Regel 35 – 55 °C, angehoben. Hierfür wird das aufgrund des großen Speichervolumens und der ganzjährige gleichmäßigen Untergrundtemperatur immense Erdwärmepotenzial über Erdwärmekollektor, Erdwärmesonde, Grundwasserbrunnen oder erdberührte Betonbauteile erschlossen. Bis zu 80 % der so gewonnenen Heizenergie stammen aus dem Untergrund – emissionsfrei und klimaneutral.

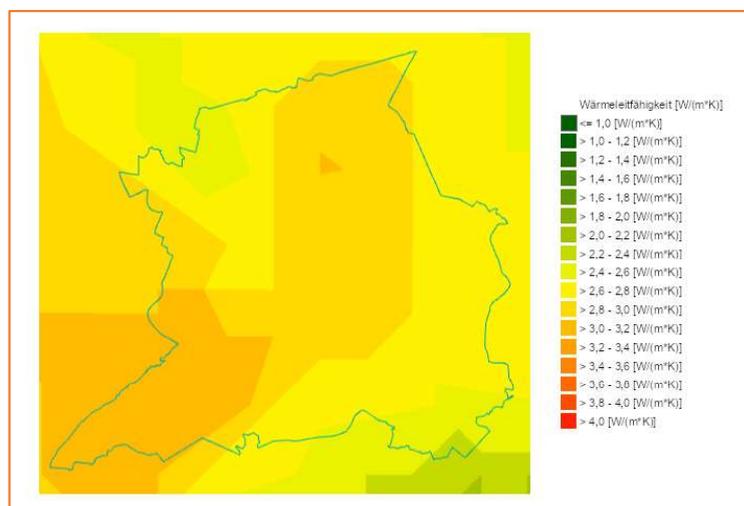


Abbildung 19 Übersicht Geothermiepotezial Pechbrunn (Quelle: LfU)

4.2.1.1 Erdwärmesonden

In Bayern wird die Erdwärmennutzung aus Gründen des Grundwasserschutzes sehr sensibel gehandhabt. Dies gilt insbesondere in den ausgewiesenen Wasserschutzgebieten sowie in geologisch und hydrogeologisch kritischen Gebieten. Hier kann der Bau einer Erdwärmesondenanlage untersagt werden oder ist nach Einzelfallprüfung unter Auflagen möglich. Der Kartenausschnitt zeigt die geologische und hydrogeologische Ersteinschätzung im Umkreis des ausgewählten Standortes.

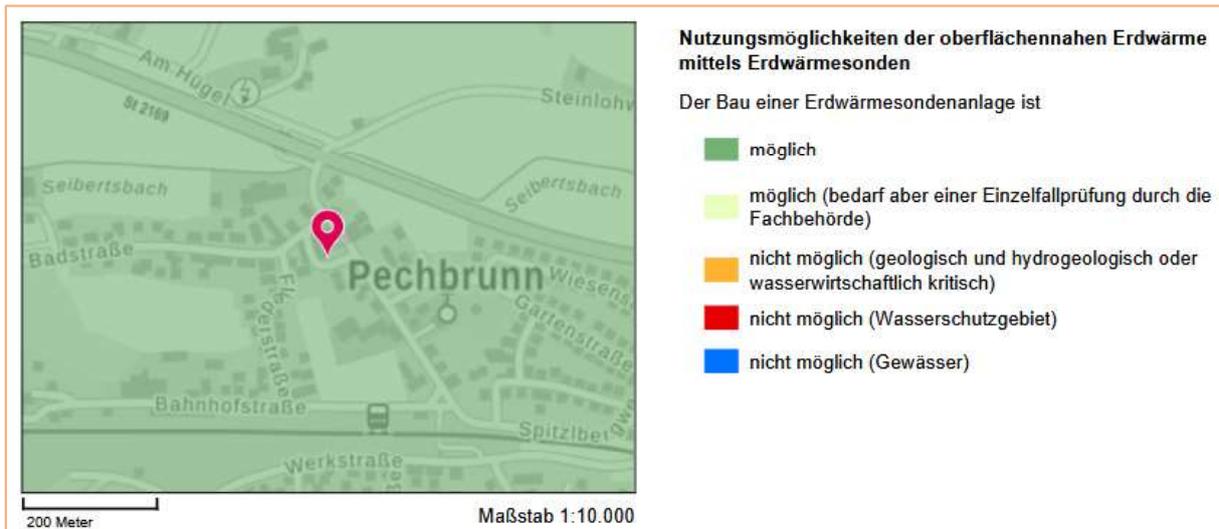


Abbildung 20 Nutzungsmöglichkeiten Erdwärmesonden (Quelle: Umwelt Atlas Bayern)

Die Erdwärmennutzung in Bayern kann in Gebieten mit bekannten gegen bedingten Bohrrisiken wie z. B. Sulfatvorkommen, Karstgesteine oder aufgrund von artesisch gespannten Grundwasserhältnissen nur eingeschränkt möglich sein. Der Kartenausschnitt zeigt die bekannten Bohrrisiken im Umfeld Ihres Standortes.



Abbildung 21 Bohrrisiken (Quelle: Umwelt Atlas Bayern)

Die Kenntnis der geologischen und hydrogeologischen Standortverhältnisse erlaubt eine optimierte Dimensionierung von Erdwärmesondenanlagen. Ein wichtiger Parameter für die Berechnung des geothermischen Potenzials ist die spezifische Wärmeleitfähigkeit in $W/(m \cdot K)$. Die am Standort voraussichtlich zu erwartenden mittleren Wärmeleitfähigkeitswerte werden für verschiedene Tiefen dargestellt. Der Wertebereich beginnt bei geringen Wärmeleitfähigkeiten $\leq 1,0 W/(m \cdot K)$ und reicht bis zu den höchsten Wärmeleitfähigkeiten $> 4 W/(m \cdot K)$.

Tiefenbereich (von – bis)	mittlere Wärmeleitfähigkeit in $W/(m \cdot K)$
0 - 20 m	$> 2,2 - 2,4$
0 - 40 m	$> 2,2 - 2,4$
0 - 60 m	$> 2,6 - 2,8$
0 - 80 m	$> 2,8 - 3,0$
0 - 100 m	$> 2,8 - 3,0$

Ergebnis Standortanalyse:

<ul style="list-style-type: none"> • Der Bau einer Erdwärmesondenanlage ist nach derzeitigem Kenntnisstand möglich
<ul style="list-style-type: none"> • Der Standort liegt außerhalb eines Wasserschutzgebietes (WSG).
<ul style="list-style-type: none"> • Aus Gründen des Grundwasserschutzes besteht voraussichtlich keine Begrenzung der Bohrtiefe
<ul style="list-style-type: none"> • Es sind keine Bohrrisiken bekannt.
<ul style="list-style-type: none"> • Im Umkreis von 50 m befindet sich keine bekannte geologische Störung
<ul style="list-style-type: none"> • Bis 100 m Tiefe werden voraussichtlich Festgesteine durchbohrt

Die Standortauskunft gibt einen ersten orientierenden Überblick über die Bedingungen am Standort. Sie wird rein technisch generiert und beruht auf den Kenntnissen und Erfahrungen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt. Sie ersetzt keine Detailuntersuchung und Planung durch ein Fachbüro.

4.2.1.2 Erdwärmekollektoren

Die Erdwärmenutzung ist in den ausgewiesenen Wasserschutzgebieten aus Gründen des Grundwasserschutzes sehr sensibel gehandhabt. Der Kartenausschnitt zeigt die wasserwirtschaftliche Einschätzung im Umkreis Ihres Standortes.



Abbildung 22 Nutzungsmöglichkeit Erdwärmekollektoren (Quelle: Umwelt Atlas Bayern)

Die Nutzbarkeit der oberflächennahen Geothermie mittels Erdwärmekollektoren wird im wesentlichen Maße durch die klimatologischen Faktoren Niederschlag und Temperatur beeinflusst.

Mittlere Lufttemperatur und mittlere Niederschlagshöhe in 2 Meter Höhe an Ihrem Standort:	
Mittlere Lufttemperatur (Sommerhalbjahr*)	12 bis < 13 °C
Mittlere Lufttemperatur (Winterhalbjahr*)	1 bis < 2 °C
Mittlere Niederschlagshöhe (Sommerhalbjahr*)	> 350 bis 400 mm
Mittlere Niederschlagshöhe (Winterhalbjahr*):	> 350 bis 400 mm
* Sommerhalbjahr: April bis September; Winterhalbjahr: Oktober bis März	

Die genaue Kenntnis der bodenkundlichen Standortverhältnisse erlaubt eine optimierte Dimensionierung einer Erdwärmekollektoranlage. Wichtige Parameter für die Berechnung des geothermischen Potenzials sind die spezifische Wärmeleitfähigkeit in W/(m·K), die Trockenrohdichte in g/cm³, die Korngrößenverteilung in % und die Feldkapazität in Vol.-%.

Überblick über die Bodenparameter am Standort:

Bodenparameter bis 1,5 m Tiefe	Ergebnis am Standort
spezifische Wärmeleitfähigkeit [W/(m·K)]	> 1,4 - 1,6
Trockenrohdichte [g/cm ³]	1,7
Korngrößenverteilung [%]	9/56/35 (Sand/Schluff/Ton)
Feldkapazität [Vol.-%]	31

Sickerwasser ist eine wesentliche Größe für die Regeneration des Wärmehaushaltes eines Bodens und damit für die Leistungsfähigkeit einer Erdwärmekollektoranlage über die Zeit.

Sickerwasserdaten	
Die mittlere jährliche Sickerwasserrate	> 250 bis 300 mm

Die spezifische Wärmeleitfähigkeit variiert zwischen verschiedenen Bodentypen und Substraten. Sie wird maßgeblich von der mineralogischen Zusammensetzung, vom Feuchtezustand sowie von der Lagerungsdichte eines Bodens beeinflusst. Die am gewählten Standort voraussichtlich zu erwartende spezifische Wärmeleitfähigkeit wird als gewichtetes Mittel bis 1,5 Meter Tiefe dargestellt. Der Wertebereich beginnt bei geringen Wärmeleitfähigkeiten < 1,0 W/(m·K) und reicht bis zu den höchsten Wärmeleitfähigkeiten bis 2,0 W/(m·K).

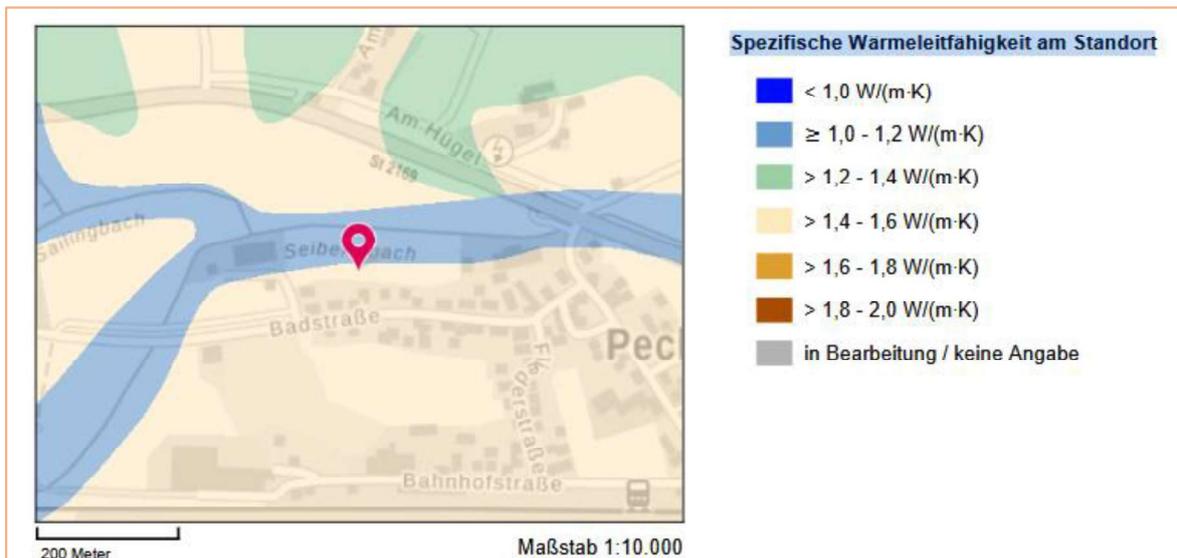


Abbildung 23 Spezifische Wärmeleitfähigkeit am Standort (Quelle: Umwelt Atlas Bayern)

Ergebnis Standortanalyse:

<ul style="list-style-type: none">• Der Bau einer Erdwärmekollektoranlage ist nach derzeitigem Kenntnisstand möglich.
<ul style="list-style-type: none">• Der Standort liegt außerhalb eines Wasserschutzgebietes (WSG)
<ul style="list-style-type: none">• Bodenart(-en) am Standort: Schluff bis Lehm
<ul style="list-style-type: none">• Bodentyp(-en) am Standort: Vorherrschend Pseudogley, gering verbreitet Braunerde-Pseudogley aus skelettführendem Schluff bis Lehm (Deckschicht) über Kryogrus- bis Schuttlehm (Basalt)
<ul style="list-style-type: none">• Bewertung der Grabbarkeit des Bodens bis 1 Meter Tiefe: Der Boden ist mit hoher Wahrscheinlichkeit grabbar.

Erdwärmekollektoren sind in der Regel nicht genehmigungspflichtig. Eine wasserrechtliche Erlaubnis ist aber erforderlich, wenn der Erdwärmekollektor:

- unter 1 Meter über dem höchsten Grundwasserstand,
- innerhalb von Überschwemmungsgebieten, in Uferbereichen von Gewässern oder
- im Wasserschutzgebiet liegt.

Die Standortauskunft gibt einen ersten orientierenden Überblick über die Bedingungen am Standort. Sie wird rein technisch generiert und beruht auf den Kenntnissen und Erfahrungen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt.

Eine gute Planung vermeidet viele Unannehmlichkeiten und Überraschungen. Wir empfehlen daher die Planung durch ein Fachbüro (z. B. Geologisches Ingenieurbüro) durchführen zu lassen, das mit den regionalen Gegebenheiten vertraut ist.

4.2.1.3 Grundwasserwärmepumpe

In Bayern wird die Erdwärmennutzung aus Gründen des Grundwasserschutzes sehr sensibel gehandhabt. Dies gilt insbesondere in den ausgewiesenen Wasserschutzgebieten sowie in geologisch und hydrogeologisch kritischen Gebieten. Hier kann der Bau einer Grundwasserwärmepumpenanlage untersagt werden oder ist nach Einzelfallprüfung unter Auflagen möglich. Der Kartenausschnitt zeigt die geologische und hydrogeologische Ersteinschätzung im Umkreis des ausgewählten Standortes

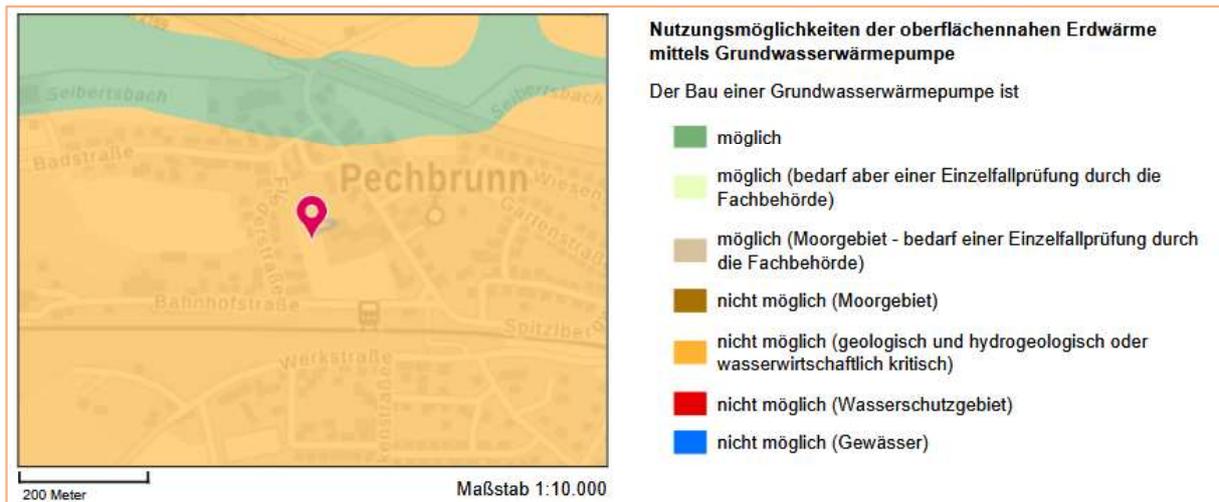


Abbildung 24 Nutzungsmöglichkeiten Grundwasserwärmepumpe (Quelle: Umwelt Atlas Bayern)

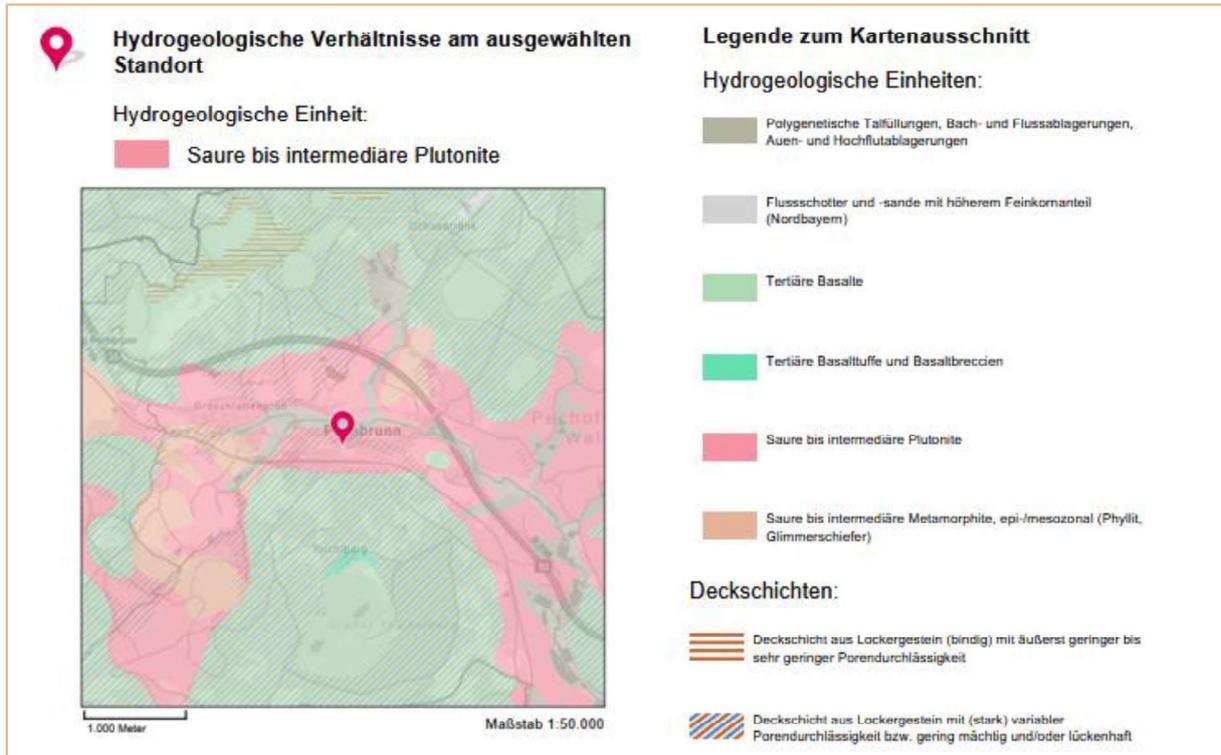
Für die thermische Nutzung des Grundwassers in Bayern sind die hydrogeologischen Verhältnisse am Standort von großer Bedeutung. Entscheidend sind unter anderem der Grundwasserleitertyp (Poren-, Kluft-, Karst- Grundwasserleiter), die Durchlässigkeit der Gesteine, die hydraulische Situation (Grundwasserflurabstand, Grundwasserfließrichtung) sowie die Grundwassermächtigkeit.

Hydrogeologische Einheit	Hydrogeologische Eigenschaften
Saure bis intermediäre Plutonite	Kluft-Grundwasserleiter mit überwiegend geringer, lokal auch mäßiger Gebirgsdurchlässigkeit und Ergiebigkeit; zur Tiefe hinzunehmend Grundwassergeringleiter

Orientierend sind die Durchlässigkeitsklassen und Durchlässigkeitsbeiwerte (kf-Werte) in m/s der Hydrogeologischen Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Hydrogeologie 1997) angegeben.

Leitertyp	Grundwassergeringleiter				Grundwasserleiter						
	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$
Durchlässigkeitsklasse	7 äußerst gering	6 sehr gering	5 gering	4 mäßig	3 mittel	2 hoch	1 sehr hoch				

Der Kartenausschnitt zeigt die hydrogeologischen Einheiten und Deckschichten im Umfeld des ausgewählten Standortes basierend auf der Hydrogeologischen Karte im Maßstab 1:100.000.



Der Kartenausschnitt zeigt die Verbreitung der Grundwasserstockwerke, die Bereiche mit artesisch gespanntem Grundwasser, die Grundwassergleichen sowie die zu deren Konstruktion verwendeten Stützpunkte im Umfeld des ausgewählten Standortes basierend auf der Hydrogeologischen Karte im Maßstab 1:100.000.



Abbildung 25 Hydrogeologische Karte (Quelle: Energie Atlas Bayern)

Ergebnis Standortanalyse:

<ul style="list-style-type: none"> • Der Bau einer Grundwasserwärmepumpenanlage ist nach derzeitigem Kenntnisstand nicht möglich.
<ul style="list-style-type: none"> • Der Standort liegt außerhalb eines Wasserschutzgebietes (WSG).
<ul style="list-style-type: none"> • Aus Gründen des Grundwasserschutzes besteht voraussichtlich keine Begrenzung der Bohrtiefe
<ul style="list-style-type: none"> • Es sind keine Bohrrisiken bekannt
<ul style="list-style-type: none"> • Im Umkreis von 50 m befindet sich keine bekannte geologische Störung.
<ul style="list-style-type: none"> • Bis 100 m Tiefe werden voraussichtlich Festgesteine durchbohrt.
<ul style="list-style-type: none"> • Es liegen keine Daten zu Flurabstand und Grundwassermächtigkeit vor

Für den Bau und Betrieb von Grundwasserwärmepumpenanlagen sind die Bestimmungen des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) in Verbindung mit dem Bayerischen Wassergesetz (BayWG) und der hierzu ergangenen Verwaltungsvorschrift (VVWas) maßgebend. Die zuständigen Anzeige- und Genehmigungsbehörden für Anlagen sind die unteren Wasserbehörden (Landratsamt, Umweltamt). Die Erdwärmenutzung unterliegt grundsätzlich auch den Regelungen des Bundesberggesetzes (BBergG). In Bayern werden jedoch nur Erdwärmeanlagen mit Bohrungen von mehr als 100 m Tiefe und/oder einer thermischen Leistung von > 200 kW bergrechtlich behandelt. Unabhängig von den hier gemachten Angaben prüft die untere Wasserbehörde die Zulässigkeit des Vorhabens, gegebenenfalls mit Auflagen. Das Ergebnis der Prüfung kann daher von der hier dargestellten Erstbewertung abweichen.

Die Standortauskunft gibt einen ersten orientierenden Überblick über die Bedingungen am Standort. Sie wird reintechnisch generiert und beruht auf den Kenntnissen und Erfahrungen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt. Sie ersetzt keine Detailuntersuchung und Planung durch ein Fachbüro.

4.2.2 Potenziale Tiefengeothermie

Aufgrund zunehmender Temperaturen mit zunehmender Tiefe ergibt sich generell die Möglichkeit, das Wärmepotenzial durch geothermische Anlagen zu nutzen. Grundsätzlich sind zwei Voraussetzungen für die energetische Nutzung geothermischer Ressourcen notwendig: zum einen muss die Thermalwassertemperatur allein oder in Kombination mit Wärmepumpen hoch genug für die vorhergesehene Nutzung sein, zum anderen muss die hydraulische Durchlässigkeit des Gesteins hoch genug sein, damit das heiße Wasser in großen Mengen bzw. in geeigneten Fließraten zur Oberfläche gelangen kann.

Das Thema gibt einen Überblick über die Eignung von Gebieten für die Wärmeabgewinnung mittels hydrothormaler Geothermie. Unterschieden werden Gebiete mit günstigen und möglicherweise weniger günstigen (meist zusätzlicher Wärmepumpeneinsatz erforderlich) geologischen Verhältnissen. Nach heutigem Kenntnisstand liegt das größte Potenzial für eine hydrothermale Wärmeabgewinnung im Malm des süddeutschen Molassebeckens. Die Nutzungsgebiete basieren auf einem Verschnitt von Temperaturkarten verschiedener Tiefenstufen mit der Tiefenlage der Purbeck- bzw. Malmoberfläche (Grenzkriterien 40 bzw. 70°C).



Abbildung 26 Potenzial für hydrothermale Wärmeabgewinnung (Quelle: Energie Atlas Bayern)

Das Potenzial für die hydrothermale Wärmegewinnung wird als gering eingeschätzt, da die erforderlichen geologischen und thermalen Bedingungen in der betrachteten Region nur begrenzt vorhanden sind. Faktoren wie geringe geothermische Gradienten, mangelnde Durchlässigkeit des Gesteins und unzureichende Wassermengen in den Reservoiren schränken die wirtschaftliche und technische Nutzung ein. Trotz technischer Fortschritte in der Geothermie bleibt die Nutzung solcher Systeme in Gebieten mit geringem Potenzial oft unwirtschaftlich. Für eine nachhaltige Wärmegewinnung sollten alternative Technologien oder erneuerbare Energiequellen geprüft werden, die besser auf die regionalen Bedingungen abgestimmt sind.

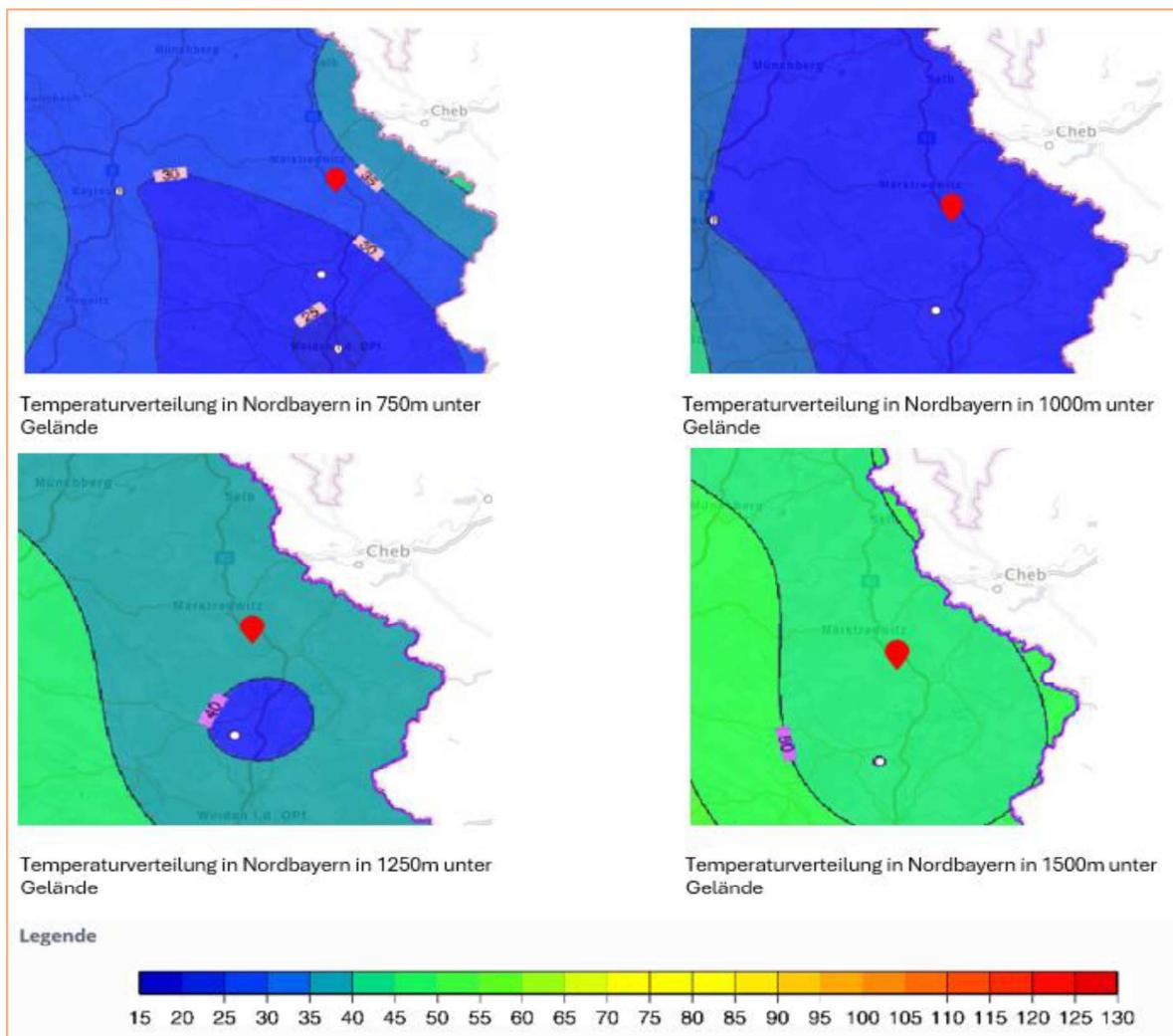


Abbildung 27 Temperaturverteilung Nordbayern (Quelle: Energie Atlas Bayern)

4.2.3 Potenziale für Luftwärme

Luftwärmepumpen gewinnen zunehmend an Bedeutung im Kontext der Energiewende und der Dekarbonisierung des Gebäudesektors. Angesichts des steigenden politischen und gesellschaftlichen Drucks zur Reduktion von Treibhausgasemissionen stellt die Elektrifizierung der Wärmeerzeugung einen entscheidenden Hebel dar. Wärmepumpen gelten als Schlüsseltechnologie in diesem Prozess. Insbesondere Luftwärmepumpen bieten aufgrund ihrer vergleichsweise einfachen Installation, geringeren Investitionskosten und flexiblen Einsatzmöglichkeiten ein großes Potenzial. Der vorliegende Bericht beleuchtet das technische, ökologische und wirtschaftliche Potenzial dieser Technologie und diskutiert zugleich zentrale Herausforderungen ihres Einsatzes.

Luftwärmepumpen nutzen die in der Umgebungsluft gespeicherte thermische Energie, um ein Gebäude zu beheizen. Dies geschieht durch ein thermodynamisches Verfahren, bei dem ein Kältemittel in einem geschlossenen Kreislauf verdampft und verdichtet wird. Dabei wird Wärme aus der Umgebungsluft aufgenommen und auf ein höheres Temperaturniveau gebracht, das für Heizzwecke genutzt werden kann. Die Effizienz solcher Systeme wird durch den sogenannten Coefficient of Performance (COP) beschrieben, der das Verhältnis zwischen erzeugter Heizenergie und eingesetztem Strom angibt. Relevanter für die Praxis ist jedoch die Jahresarbeitszahl (JAZ), die die Effizienz über einen gesamten Heizzyklus hinweg angibt. Je nach Gebäudetyp, Dämmstandard und Klimazone kann die JAZ stark variieren.

Technisch betrachtet eignen sich Luftwärmepumpen vor allem für Neubauten mit Flächenheizsystemen, da diese mit niedrigeren Vorlauftemperaturen betrieben werden können. Dennoch können auch Bestandsgebäude, sofern ausreichend saniert, erfolgreich mit Luftwärmepumpen beheizt werden. Die meisten handelsüblichen Geräte liefern Heizleistungen zwischen 5 und 20 Kilowatt und sind somit für Einfamilienhäuser geeignet. Bei Mehrfamilienhäusern oder gewerblichen Anwendungen ist entweder der Einsatz leistungsstärkerer Geräte oder eine Kaskadierung mehrerer Wärmepumpen notwendig. In den letzten Jahren wurden auch Fortschritte hinsichtlich der verwendeten Kältemittel erzielt: Während ältere Systeme oft fluorierte Gase mit hohem Treibhauspotenzial einsetzen, wird heute zunehmend auf natürliche Kältemittel wie Propan (R290) zurückgegriffen.

Ökologisch gesehen bieten Luftwärmepumpen eine deutliche Verbesserung gegenüber fossilen Heizsystemen. Bereits bei einem Strommix mit moderatem Anteil erneuerbarer Energien können erhebliche CO₂-Einsparungen erzielt werden. In Kombination mit einer Photovoltaikanlage oder bei Bezug von Ökostrom sind Luftwärmepumpen nahezu klimaneutral. Der ökologische Nutzen ist jedoch stark vom Primärenergiemix abhängig. Während in Ländern mit hohem Anteil an Kohle- oder Gaskraftwerken die Klimabilanz weniger positiv ausfällt, verbessern sich die Werte mit steigendem Anteil an Wind- und Solarenergie deutlich. Ein zusätzlicher Aspekt sind mögliche Lärmemissionen der Außengeräte, die insbesondere in dichter Wohnbebauung zu Akzeptanzproblemen führen können. Hier sind geeignete Standortwahl, technische Optimierungen und Schallschutzmaßnahmen gefragt.

Wirtschaftlich betrachtet gehören Luftwärmepumpen zu den günstigeren Wärmepumpentypen, insbesondere im Vergleich zu Erd- oder Grundwasserwärmepumpen, deren Installation mit höheren Aufwänden verbunden ist. Die Betriebskosten hängen maßgeblich von der Effizienz der Anlage, dem Strompreis und der Wärmenachfrage ab. Förderprogramme und

steuerliche Anreize können die Investitionskosten erheblich reduzieren und die Amortisationszeit auf unter zehn Jahre senken. Im Vergleich zu Gasheizungen ergibt sich bei langfristig steigenden CO₂-Preisen und fallenden Kosten für erneuerbaren Strom ein wachsender Kostenvorteil. Der Markt für Luftwärmepumpen wächst daher stark – in Deutschland etwa war bereits im Jahr 2023 jede zweite neue Heizungsanlage eine Wärmepumpe.

Trotz des hohen Potenzials stehen Luftwärmepumpen vor einer Reihe von Herausforderungen. Der flächendeckende Einsatz führt zu einem erhöhten Strombedarf, insbesondere im Winterhalbjahr, was die Stromnetze zusätzlich belastet. Die Integration von Wärmepumpen in intelligente Steuerungssysteme, Lastmanagementstrategien und Speicherlösungen wird daher in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Zudem besteht ein erheblicher Fachkräftemangel in den Bereichen Planung, Installation und Wartung, der den Hochlauf der Technologie verlangsamen kann. Auch die Effizienz bei sehr tiefen Außentemperaturen stellt eine technische Herausforderung dar, wobei moderne Geräte bereits bis etwa -20 °C betrieben werden können – teils mit Hilfe elektrischer Zuheizungen.

Mit fortschreitender Entwicklung effizienter Geräte, wachsendem Anteil erneuerbarer Energien im Strommix und zunehmender politischer Unterstützung wird das Potenzial von Luftwärmepumpen weiter steigen. Hybridsysteme, Quartierslösungen und die Kombination mit Photovoltaik und Batteriespeichern eröffnen zusätzliche Möglichkeiten zur nachhaltigen Wärmeversorgung. Luftwärmepumpen sind somit ein zentraler Baustein auf dem Weg zu einem klimaneutralen Gebäudebestand und tragen wesentlich zur Erreichung der Klimaziele bei. Ihre zukünftige Bedeutung hängt jedoch maßgeblich von der Entwicklung der Strominfrastruktur, der Marktdynamik sowie der politischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen ab.

4.2.4 Potenzial für erneuerbaren Wasserstoff

Erneuerbarer Wasserstoff kann als gasförmiger Energieträger zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Die lokale Erzeugung von Wasserstoff als Energieträger für Wärme wird in der vorliegenden Planung jedoch als eher unwahrscheinlich angesehen. Dies liegt an der begrenzten lokalen Verfügbarkeit von Überschussstrom sowie an den noch ungeklärten Perspektiven zur zentralen Bereitstellung über Gasnetze.

In nachfolgender Tabelle wird die Definition der Wasserstoffsorten nach WPG dargestellt. Diese umfassen blauen, orangenen, türkisen und grünen Wasserstoff.

Bezeichnung	Beschreibung
blauer Wasserstoff	Wasserstoff aus der Reformierung von Erdgas, dessen Erzeugung mit einem Kohlenstoffdioxid-Abscheidungsverfahren und Kohlenstoffdioxid-Speicherungsverfahren gekoppelt wird
oranjer Wasserstoff	Wasserstoff, der aus Biomasse oder unter Verwendung von Strom aus Anlagen der Abfallwirtschaft hergestellt wird
türkiser Wasserstoff	Wasserstoff, der über die Pyrolyse von Erdgas hergestellt wird
grüner Wasserstoff	Wasserstoff im Sinne des § 3 Absatz 1 Nummer 13b des Gebäudeenergiegesetzes in der am 1. Januar 2024 geltenden Fassung einschließlich daraus hergestellter Derivate, sofern der Wasserstoff die Anforderungen des § 71f Absatz 3 des Gebäudeenergiegesetzes in der am 1. Januar 2024 geltenden Fassung erfüllt

Wasserstoff kann jedoch auch aus anderen Regionen importiert und vor Ort genutzt werden. Da in Pechbrunn jedoch weder ein rechtlich bindender Gasnetztransformationsplan vorliegt noch industrielle Verbraucher vorhanden sind, welche eine Erschließung durch Wasserstoffinfrastruktur nahelegen, wird nicht auch von einer Verfügbarkeit von importiertem Wasserstoff ausgegangen.

Aus diesen Gründen wird das Thema in diesem Bericht nicht weiter vertieft. Dennoch kann bei veränderten Rahmenbedingungen eine mögliche zukünftige Nutzung in die Planungen einbezogen werden.

4.2.5 Potenziale für Strom aus Wind

Ein weiteres erneuerbares Strompotenzial für eine zukunftsfähige Wärmeversorgung ist die Nutzung von Windenergie. Der produzierte erneuerbare Strom kann beispielsweise in Wärmepumpen eingesetzt werden, um Umweltwärme auf ein nutzbares Niveau zu heben. Die Erzeugungscharakteristik von Windenergie stimmt dabei wesentlich besser mit dem Wärmebedarf überein als die der PV. Sowohl Wärmebedarf als auch Windeinspeisung sind im Winter höher als im Sommer. Bislang bestehen auf dem Gemarkungsgebiet der Gemeinde Pechbrunn noch keine Windenergieanlagen.

Potenzielle Eignungsgebiete für Windenergieanlagen werden vom Bayerischen Landesamt für Umwelt ausgewiesen. Die veröffentlichte Gebietskulisse berücksichtigt dabei u.a. Windgeschwindigkeiten, Abstand zu Infrastruktur, Nationalparke, Naturschutzgebiete, wasserwirtschaftliche Restriktionen, geologische Einschränkungen und Weiteres.

Um von den verfügbaren Flächen auf installierbare Leistungen zu schließen, wird zunächst die Hauptwindrichtung bestimmt. Anschließend werden virtuelle Windenergieanlagen auf diesen Flächen verteilt, wobei jeweils ein Abstand in Höhe des fünffachen Rotordurchmessers in Hauptwindrichtung und des dreifachen Rotordurchmessers in Nebenwindrichtung zu benachbarten Anlagen eingehalten werden muss. Analog zum Energieatlas Bayern wird von einer Anlage mit 5 MW, einer Nabenhöhe von 160 m und einem Rotordurchmesser von 148 m ausgegangen

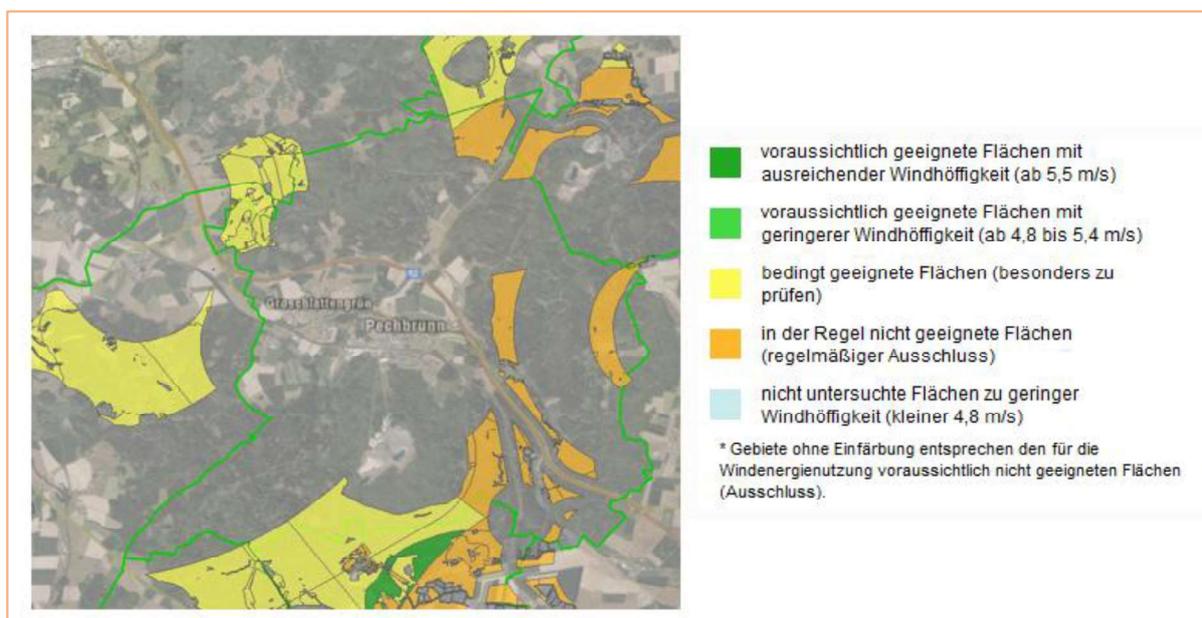


Abbildung 28 Potenzialflächen für die Errichtung von Windenergieanlagen (Quelle: Energie Atlas Bayern)

Zur Bestimmung des jährlichen Energieertrags werden mittlere Standorterträge für die Referenzanlage in 160 Metern Nabenhöhe aus dem Energieatlas Bayern bezogen. Die durchschnittlichen Erträge in Pechbrunn belaufen sich damit auf 11 GWh/a auf geeigneten Flächen und 10 GWh/a auf bedingt geeigneten Flächen.

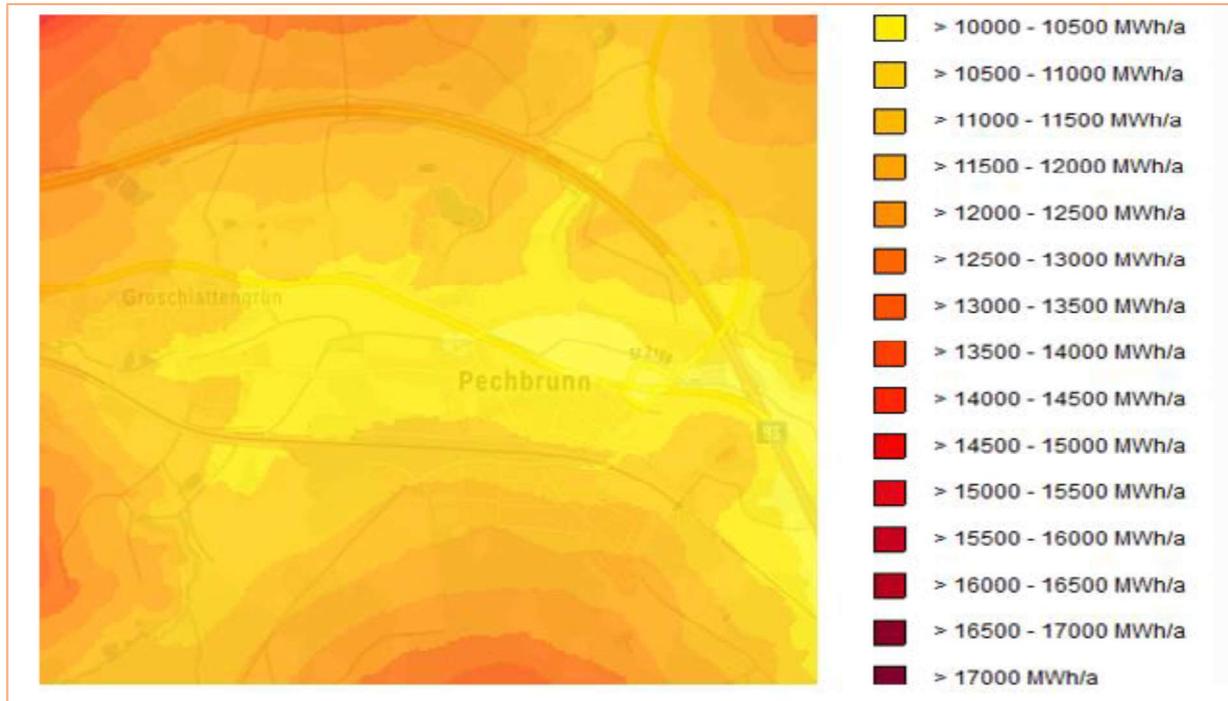


Abbildung 29 Standortertrag in 160m Höhe (Quelle: Energie Atlas Bayern)

4.2.6 Potenziale Photovoltaik

Die Photovoltaik (PV) ist eine zentrale Technologie für die nachhaltige Energieversorgung und die Energiewende. Sie wandelt Sonnenlicht direkt in Strom um und bietet erhebliche ökologische, technologische und ökonomische Potenziale. Technologisch sorgen Innovationen wie Perowskit-Solarzellen und Tandemmodule für steigende Effizienz und breitere Einsatzmöglichkeiten. Ökonomisch ist PV-Strom in vielen Regionen bereits die kostengünstigste Energiequelle und schafft Arbeitsplätze. Ökologisch trägt sie erheblich zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen bei.

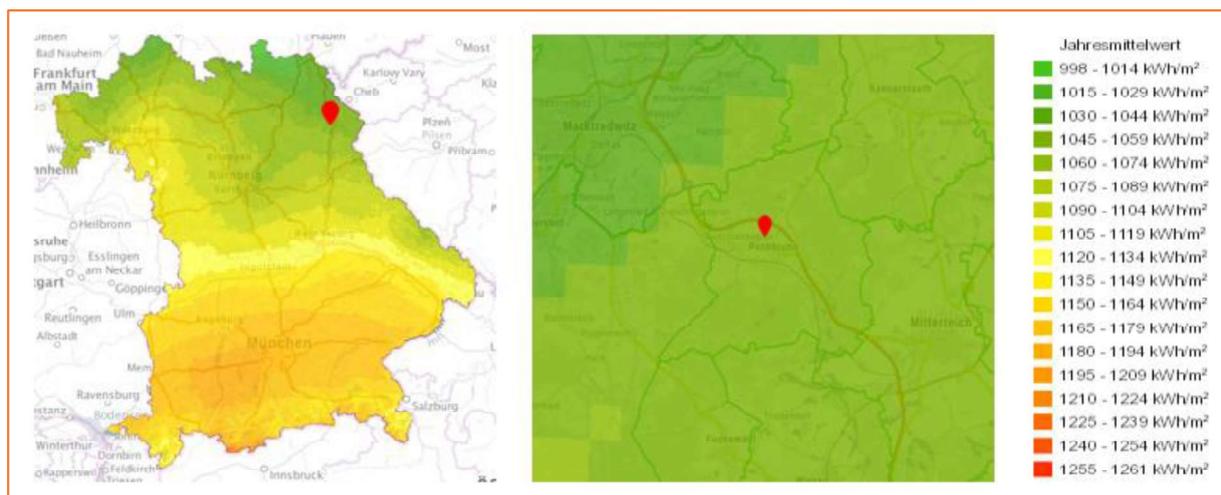


Abbildung 30 Globalstrahlung in kWh/m² (Quelle: Energie Atlas Bayern)

4.2.6.1 Freiflächen PV-Anlagen

Zur Quantifizierung des Potenzials von Strom aus Freiflächen-Photovoltaik wird zunächst die geeignete und bedingt geeignete Fläche für deren Errichtung bestimmt. Als Positivflächen wird dazu zunächst die PV-Förderkulisse benachteiligter Gebiete herangezogen, ebenso Seitenrandstreifen von Autobahnen und Bahnstrecken. Davon werden Restriktionsflächen wie stehende und fließende Gewässer, Waldflächen, Hochwassergefahrenflächen und festgesetzte Überschwemmungsgebiete, PV- und Windbestandsanlagen, Flächen mit extremer Hanglage, Ortstagesflächen, Gebäude, Freizeit- und Sportanlagen, Verkehrswege, Strommasten und Umspannwerke, Nationalparks, Naturschutzgebiete, Biosphärenreservate, Trinkwasserschutzgebiete, Feuchtgebiete nach Ramsar, Flora-Fauna-Habitat-Gebiete, Vogelschutzgebiete sowie Landschaftsschutzgebiete abgezogen. Resultierende Flächen unter 500 m² werden ebenfalls ausgeschlossen, da auf diesen kein wirtschaftlich sinnvoller Betrieb der Anlagen naheliegender scheint.

Insgesamt beläuft sich die geeignete Fläche auf 156 ha. Das bedingt geeignete Potenzial ergibt weitere 46 ha. Unter Annahme eines mittleren spezifischen Flächenbedarfs von 14 m²/kWp für Freiflächen-PV und eines jährlichen spezifischen Ertrags in Pechbrunn zwischen 1075 und 1089 kWh/kWp¹ ergibt sich somit ein technisches Potenzial von 143 MWp bzw. 157 GWh/a.

	Fläche (ha)	Installierbare Leistung (MWp)	Jährlicher Stromertrag (GWh/a)
Geeignetes Potenzial	156	111	121
Bedingt geeignetes Potenzial	46	32	36
Summe	202	143	157

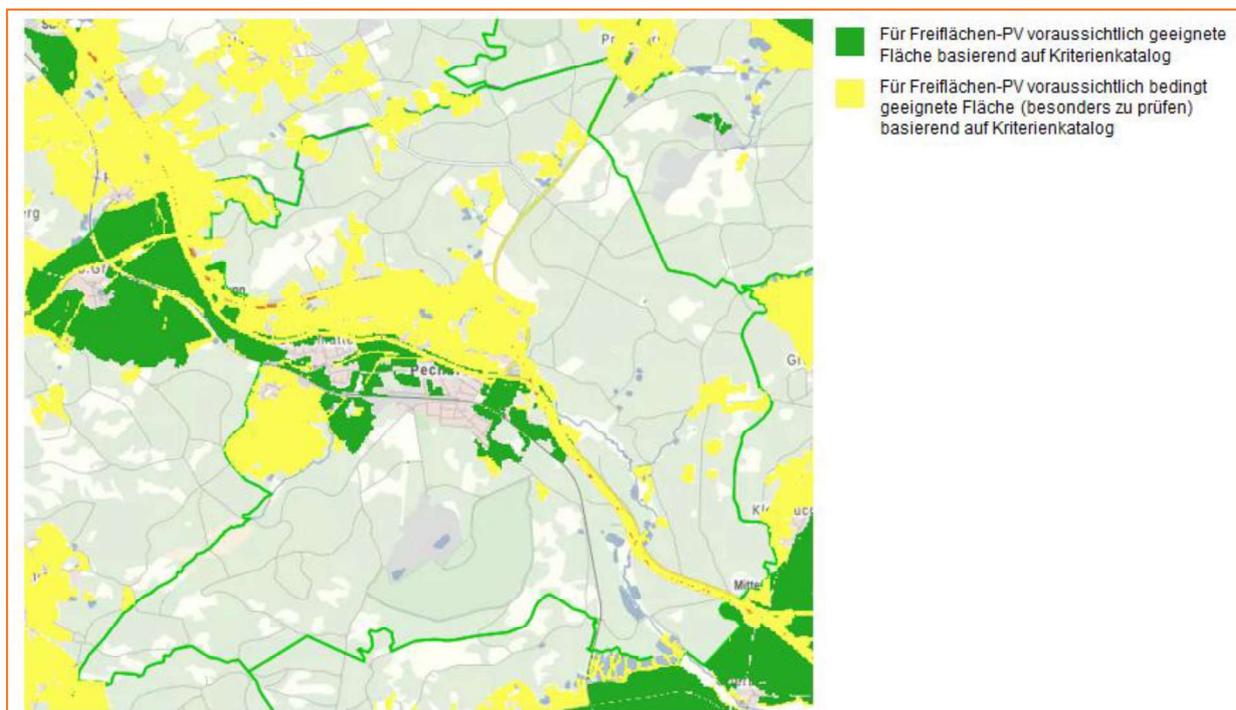


Abbildung 31 Potenzialflächen für Freiflächen PV (Quelle: Energie Atlas Bayern)

4.2.6.2 Freiflächen-Solarthermie

Freiflächen-Solarthermieanlagen bieten insbesondere für Wärmenetze die Möglichkeit, nachhaltige und oftmals günstige Wärme bereitzustellen und können in vielfachen Systemkombinationen Einsatz finden. Insbesondere in den Sommer- und Übergangsmonaten kann Solarthermie Wärme in ein Wärmenetz einspeisen und so den Einsatz anderer Energieträger vermeiden. Wird Solarthermie mit saisonalen Speichern gekoppelt, kann sie auch ganzjährig signifikant zur Wärmeversorgung in Wärmenetzen beitragen. Saisonale Speicher wie große Erdbecken-Wärmespeicher, können Wärme über Monate speichern und so die Wärme der Solarthermie aus dem Sommer im Winter nutzbar machen.

Das Vorgehen zur Bestimmung der geeigneten und bedingt geeigneten Flächen verläuft analog zur Betrachtung der Freiflächen-PV-Anlagen. Als weiteres Restriktionskriterium kommt jedoch noch ein maximaler Abstand zur nächstgelegenen Siedlung von 500 m zum Einsatz. Dies soll verhindern, dass solare Wärme über technisch und wirtschaftlich unvorteilhaft weite Distanzen zum Verbrauch transportiert werden muss.

Die gesamt verfügbare geeignete Fläche beläuft sich auf 91 ha. Bedingt geeignete Flächen belaufen sich auf weitere 42 ha. Unter Annahme üblicher Belegungsdichten und Aufständerrungen kann auf dieser Fläche eine gesamte Kollektorfläche von 3.221.300 m² installiert werden. Bei einem praxisüblichen Jahresnutzungsgrad von 40 % für Solarthermiegroßprojekte und einer regionalen Globalstrahlung von 1082 kWh/(m²·a) ist auf diesen Flächen somit ein jährlicher, aktuell noch ungenutzter Gesamtwärmeertrag von 576 GWh theoretisch möglich

	Fläche (ha)	Installierbare Kollektorfläche (m ²)	Jährlicher Wärmeertrag (GWh/a)
Geeignetes Potenzial	91	364.000	394
Bedingt geeignetes Potenzial	42	168.000	182
Summe	133	532.00	576

4.2.6.3 Photovoltaik-Dachanlagen

Photovoltaik auf Gebäuden kann zur dezentralen Wärmeerzeugung genutzt werden. So kann der auf dem Dach gewonnene Strom genutzt werden, um beispielsweise mithilfe einer Wärmepumpe nachhaltige Wärme zu erzeugen. Zur Quantifizierung des Potenzials für Aufdach-PV wird auf das bestehende Solarkataster der Gemeinde Pechbrunn verwendet.

Photovoltaikanlagen auf Gebäuden bieten die Möglichkeit, zur dezentralen Wärmeerzeugung beizutragen. Der auf den Dächern erzeugte Solarstrom kann beispielsweise direkt genutzt werden, um über eine Wärmepumpe nachhaltige Wärme für Gebäude bereitzustellen. Dieses Zusammenspiel von Photovoltaik und Wärmepumpe ermöglicht eine besonders klimafreundliche Energieversorgung, da die Wärme mit einem minimalen Einsatz fossiler Energien gewonnen wird



Abbildung 32 PV-Potenzial Gemeinde Pechbrunn

Die Analyse des Photovoltaik-Potenzials berücksichtigt einige wesentliche Parameter nicht vollständig. Beispielsweise wird die statische Eignung der jeweiligen Dachflächen nicht in die Betrachtung einbezogen. Daher muss die tatsächliche Installationsmöglichkeit individuell geprüft werden. Aus diesem Grund wird das ermittelte Potenzial als bedingt geeignetes Potenzial eingestuft.

Das Gesamtflächenpotenzial für Aufdach-PV in der betrachteten Region beträgt etwa 62.500 m². Bei einem spezifischen Flächenbedarf von 0,18 kWp/m² ergibt sich rechnerisch eine installierbare Leistung von 11,2 MWp. Diese Kapazität könnte eine jährliche Stromproduktion von etwa 10 GWh/a liefern. Der derzeitige PV-Ausbau auf Dachflächen beträgt 1,5 GWh das entspricht einem Ausbaugrad von 15%.

Anteile Am PV-Dachflächenpotenzial nach Nutzungsart	
(Stand 31.12.2022)	
Wohngebäude	41,1 %
Öffentliche Gebäude	3,3 %
Gebäude Gewerbe/Handel/Dienstleitungen	4,0 %
Industrielle Gebäude	8,1 %
Sonstige Gebäude	6,6 %
Unbeheizte Gebäude	37,0 %

4.2.6.4 Solarthermie Dachanlagen

Die Nutzung vorhandener Dachflächen zur solaren Wärmeenergieerzeugung stellt eine effiziente Möglichkeit dar, erneuerbare Energien zu integrieren. Hierzu werden Aufdach-Solarthermieanlagen eingesetzt, die aus thermischen Solarkollektoren bestehen. Diese Kollektoren werden auf den Dächern von Wohngebäuden, Gewerbeimmobilien oder öffentlichen Einrichtungen installiert und dienen der Absorption von Solarstrahlung, die in nutzbare Wärme umgewandelt wird. Die erzeugte thermische Energie kann in verschiedenen Bereichen Anwendung finden, darunter die Bereitstellung von Warmwasser, die Unterstützung von Heizsystemen oder der Einsatz in kombinierten Energiesystemen.

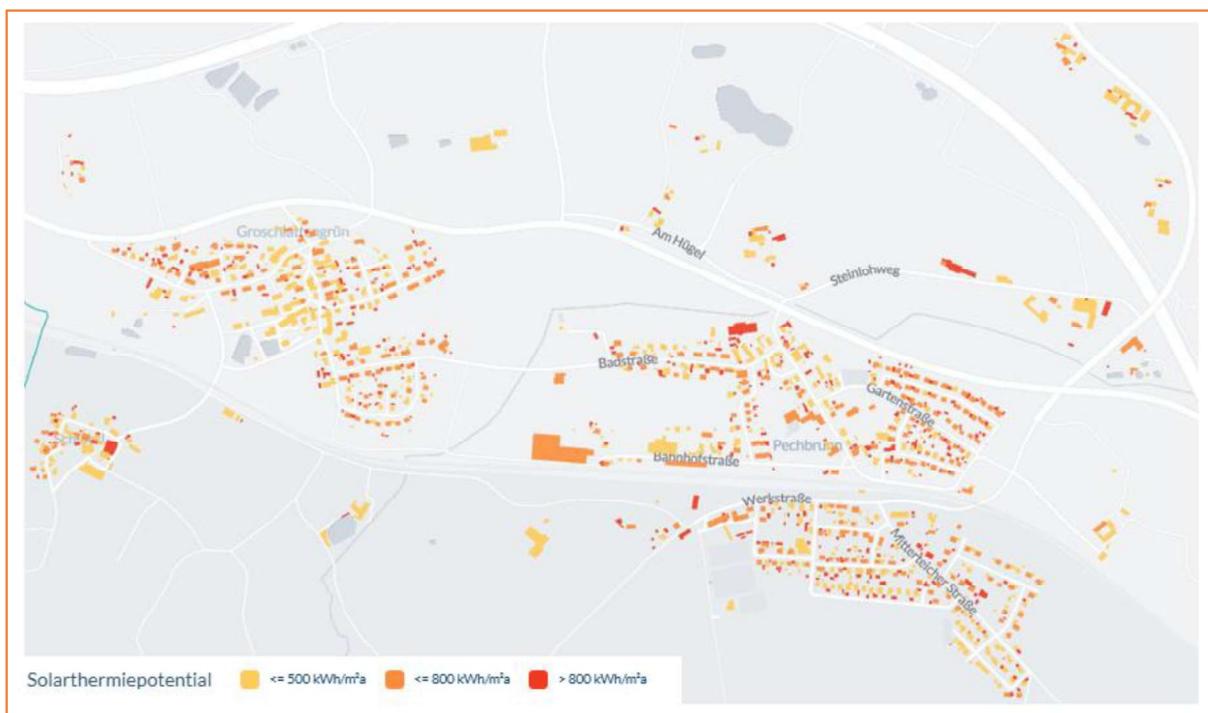


Abbildung 33 Potenzial Solarthermie

Analog zur Analyse der Aufdach-Photovoltaik wird im vorliegenden Kontext auch die potenzielle Nutzung von Solarthermie untersucht. In der Gemeinde Pechbrunn stehen insgesamt etwa 62.000 m² Dachfläche für eine potenzielle solare Wärmenutzung zur Verfügung. Basierend auf einem mittleren spezifischen Ertrag von 600 kWh/m² ergibt sich ein theoretisches jährliches Potenzial von 37,2 GWh für die Nutzung von Aufdach-Solarthermieanlagen.

Die vollständige Realisierung dieses Potenzials gestaltet sich jedoch als schwierig, da der Großteil des Wärmebedarfs in den Wintermonaten anfällt, in denen die solare Einstrahlung aufgrund saisonaler Schwankungen minimal ist. Dadurch entsteht eine zeitliche Diskrepanz zwischen der Erzeugung thermischer Energie und dem tatsächlichen Bedarf. Für eine fundierte Bewertung und eine realitätsnahe Potenzialabschätzung ist es daher notwendig, die solaren Wärmeerträge mit dem saisonalen Wärmeverbrauch der Gebäude abzugleichen.

In der vorliegenden Untersuchung wird zunächst das technisch verfügbare Potenzial aufgezeigt, ohne eine detaillierte Berücksichtigung der Verbrauchsprofile oder der statischen Eignung der Gebäude. Daher wird das Potenzial als bedingt geeignet klassifiziert. Eine pauschale Berücksichtigung der baulichen Gegebenheiten sowie der spezifischen Energiebedarfsstrukturen ist notwendig, um eine differenzierte Bewertung und eine fundierte Szenarienentwicklung vornehmen zu können.

4.2.7 Biomassepotenzial

Biomasse ist eine vielseitige erneuerbare Energiequelle mit großem Potenzial zur nachhaltigen Energieversorgung. Sie umfasst organische Materialien wie Holz, landwirtschaftliche Reststoffe und biogene Abfälle, die durch Verbrennung, Vergasung oder Fermentation zur Erzeugung von Wärme, Strom und Biokraftstoffen genutzt werden können.

Das technische Potenzial von Biomasse hängt von der Verfügbarkeit nachhaltiger Rohstoffe und deren effiziente Nutzung ab. Wirtschaftlich beeinflussen Faktoren wie Rohstoffpreise, Fördermaßnahmen und technologische Entwicklungen die Rentabilität. Ökologisch bietet Biomasse Vorteile durch geschlossene Kohlenstoffkreisläufe, wobei jedoch Emissionen und die Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion als Herausforderungen gelten.

Zentrale Ansätze zur Bewertung des Biomassepotenzials umfassen Ressourcenanalysen, Energieertragssimulationen und Ökobilanzen. Trotz der Herausforderungen durch Landnutzungskonflikte und logistischen Aufwand hat Biomasse das Potenzial, in einer dezentralen, klimafreundlichen Energieversorgung eine Schlüsselrolle einzunehmen.

4.2.7.1 Holzartige Biomasse

Holzartige Biomasse ist ein wertvoller Rohstoff, der zur nachhaltigen Wärme- und Energiegewinnung genutzt werden kann. Typisch sind hier verschiedene Holzbrennstoffe wie Scheitholz, Holzhackschnitzel oder Holzpellets. Sie bietet eine klimafreundliche, erneuerbare Energiequelle, die bei richtiger Handhabung ökologisch und wirtschaftlich vorteilhaft ist. Ihre vielseitigen Einsatzmöglichkeiten, gepaart mit der regionalen Verfügbarkeit, machen sie zu einem wichtigen Bestandteil der Energiewende. Jedoch ist eine nachhaltige Nutzung und technologische Weiterentwicklung erforderlich, um die Potenziale der Holzartigen Biomasse optimal auszuschöpfen.

Waldbesitz in der Gemeinde Pechbrunn	
Staatswald	1.302 ha
Privatwald	279 ha
Gesamt	1.581 ha

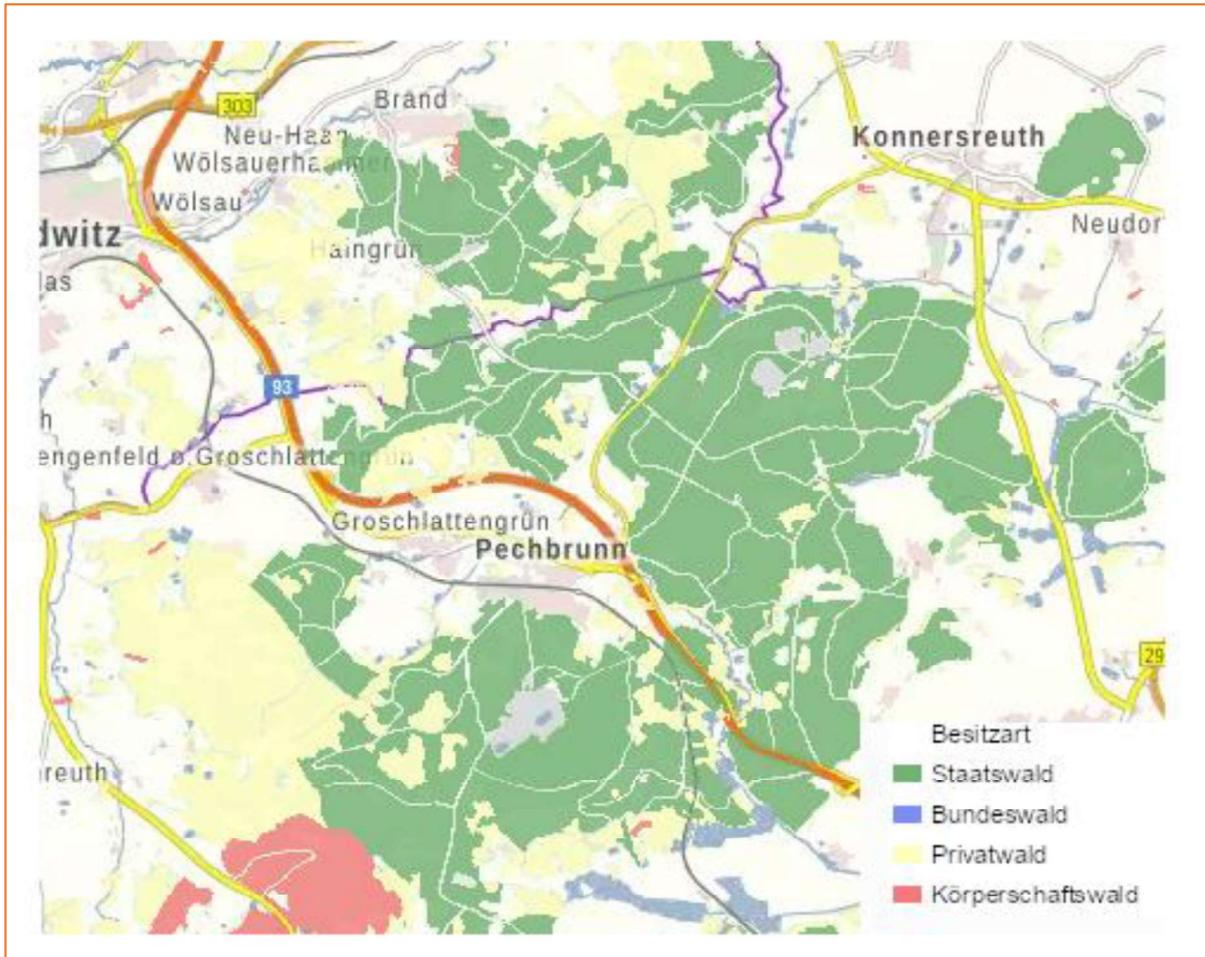


Abbildung 34 Forstliche Übersichtskarte

Aus einem Hektar Wald entfallen etwa 4 MWh pro Jahr auf nachhaltig nutzbares Waldrestholz. In der kommunalen Wärmeplanung wird ausschließlich des energetischen Potenzials von Waldrestholz berücksichtigt, da eine stoffliche Nutzung Vorrang vor der energetischen Verwendung hat. Für Pechbrunn ergibt sich somit ein Potenzial von rund 6.324 MWh pro Jahr aus nachhaltigem Waldrestholz.

Ein weiteres Potenzial bietet die Nutzung von Landschaftspflegeholz. Die Gemeinde Pechbrunn verfügt durch ihre gepflegten Grünflächen, Hecken und Bäume über ein jährliches Potenzial an Landschaftspflegeholz, das vielseitig genutzt werden kann. Anstatt diese wertvolle Ressource als Abfall zu betrachten, bietet sich die Möglichkeit, sie gezielt für ökologische, wirtschaftliche und energetische Zwecke einzusetzen.

4.2.7.2 Biomasse für Biogasanlagen

Biomasse für Biogasanlagen spielt eine wichtige Rolle in der nachhaltigen Energieproduktion, da sie durch anaerobe Vergärung in Biogasanlagen zu Biogas umgewandelt werden kann. Besonders Energiepflanzen, die speziell für die Biomasseproduktion gezüchtet werden, bieten hohe Erträge und eine effiziente Nutzung für die Strom- und Wärmeerzeugung.

Nach aktuellen Untersuchungen beträgt das technische Biogaspotenzial der Gemeinde Pechbrunn aus einer Fläche von 500 ha 1.670.000 m³ CH₄ pro Jahr. Diese Methanmenge bildet die Grundlage für die energetische Nutzung in Form von elektrischer Energie und Wärme.



Abbildung 35 Übersicht Biomassepotenzial für Verstromung

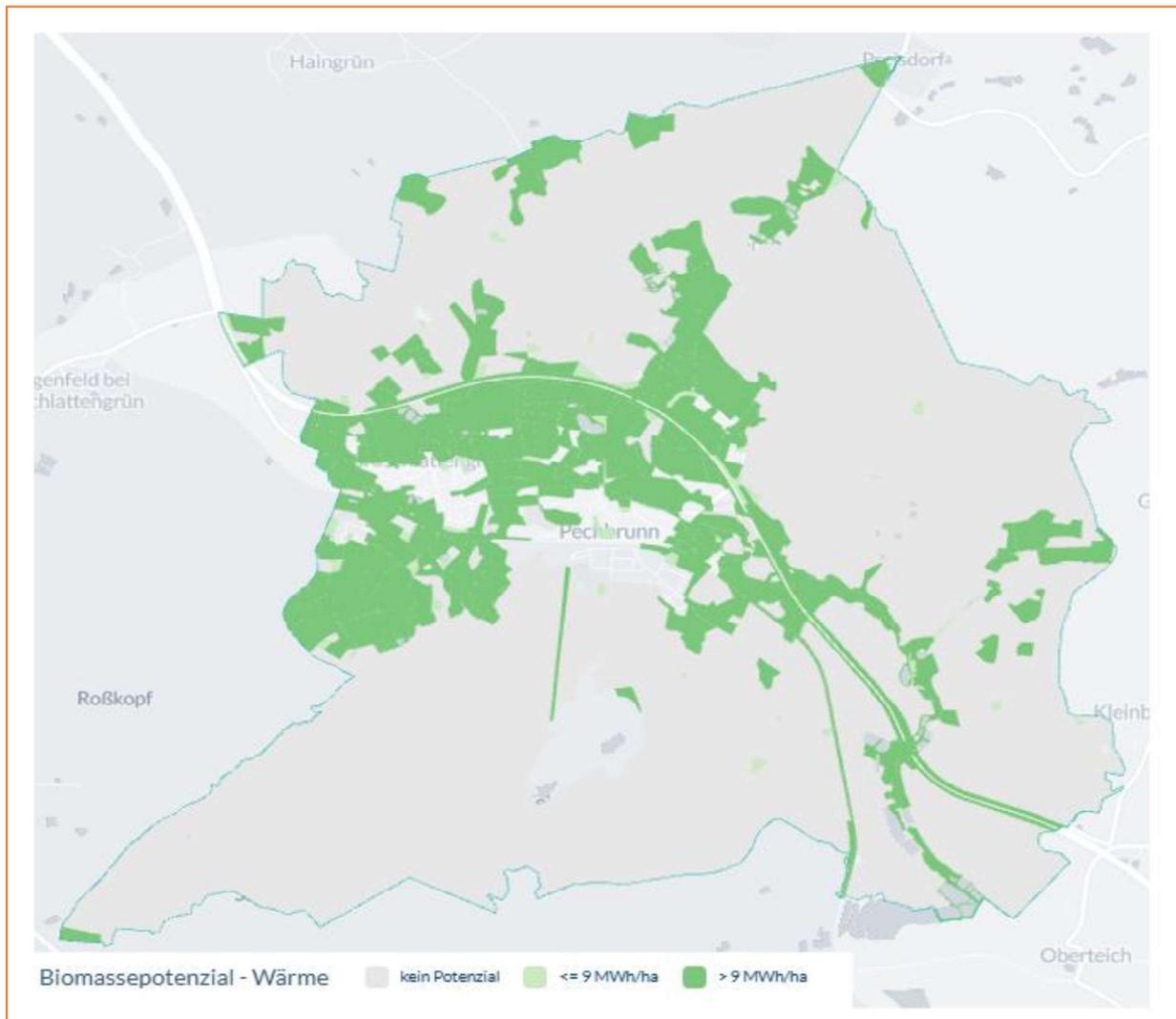


Abbildung 36 Übersicht Biomassepotenzial für die Wärmeversorgung

Das aus diesem Methanpotenzial resultierende technische Potenzial für die Stromproduktion beläuft sich auf 3,5 GWh pro Jahr. Zur Einordnung dieses Wertes kann darauf hingewiesen werden, dass dies dem jährlichen Strombedarf von etwa 2700 durchschnittlichen Haushalten entspricht, wobei ein Haushalt mit einem mittleren Stromverbrauch von 3.500 kWh pro Jahr angenommen wird.

Das thermische Potenzial beläuft sich auf ca. 6 GWh/a. Bei einem durchschnittlichen Verbrauch von 22.400 kWh Wärmeenergie pro Jahr (Einfamilienhaus). Können demnach bis zu 268 Haushalte mit Wärme versorgt werden.

4.2.8 Abwärme

Trotz äußerst unterschiedlicher Faktoren rund um die Nutzung von Abwärmequellen werden im Zuge der kommunalen Wärmeplanung systematisch alle relevanten Abwärmequellen räumlich und ihrem technischen Potenzial nach erfasst. Schwierig dabei gestaltet sich die Bestimmung eines eigentlichen Abwärmepotenzials, welches sich in einem Wärmenetz nutzen lässt. Eine eindeutige Definition eines Grenzwerts der Wärmemenge und des Abwärmeneiveaus liegt nicht vor.

Abwärmequellen unterscheiden sich nach folgenden Kriterien: Art, Temperaturniveau und Zeitprofil der Wärmequelle, Lage der Quelle relativ zu Wärmekunden, Vorhandensein eines Wärmenetzes, potenzieller Betreiber eines Wärmenetzes, Eigentümerstruktur des Unternehmens, Größe der Kommune und Wärmeabsatz. Dort, wo Abwärme anfällt, sie sich nicht vermeiden lässt, sich nicht innerbetrieblich nutzen lässt und sie sich technisch-wirtschaftlich für ein Wärmenetz erschließen lässt, ist sie immer Teil der lokalen Wärmewendestrategie und sollte bei großen Abwärmemengen auch immer Teil einer interkommunalen Wärmeplanung sein. Entscheidend zur Erschließung eines ausreichend großen Abwärmepotenzials ist immer die Kooperationsbereitschaft des Betriebs. Je nach Temperaturniveau der Abwärme ergeben sich unterschiedliche Erschließungsmöglichkeiten:

- nieder- und mittelkalorische Abwärmequellen mit Groß-Wärmepumpen oder mittels Kalten Nahwärmenetzen mit dezentralen Wärmepumpen
- hochkalorische Quellen mit Direkteinspeisung in Wärmenetze

Anhand von vorliegenden gebäudescharfen Wärmebedarfen/-Verbrauch und abgefragter Informationen über die Branchen und Prozesse können erste Abschätzungen zum Abwärmepotenzial getroffen werden. Im nächsten Schritt werden die Unternehmen kontaktiert und unter anderem Informationen zu Wärmeträger, -leistung, -menge, Abnehmer, Auskopplungsaufwand, Verfügbarkeit und Temperaturniveau eingeholt. Hinweise auf größere potenzielle Abwärmequellen sind vor allem große Energiekunden von Strom und Gas.

4.3 Zwischenfazit Potenzialanalyse

Energieeinsparungen sind essenziell für den Klimaschutz und können durch effiziente Heizungssysteme, energetische Sanierung und bewusste Entscheidungen im Alltag erreicht werden. Maßnahmen wie Dämmung und moderne Heiztechnik senken den Energieverbrauch um bis zu 44 %, reduzieren langfristig Kosten und steigern den Wohnkomfort.

Geothermie nutzt die Wärme aus der Erde. Oberflächennahe Geothermie bis 400 Meter Tiefe ist mit Wärmepumpen effizient nutzbar, während Tiefengeothermie nur in bestimmten Regionen Potenzial hat. Luftwärmepumpen sind eine alternative Wärmequelle, jedoch abhängig von den klimatischen Bedingungen. Erneuerbarer Wasserstoff ist derzeit aufgrund fehlender Infrastruktur nicht realistisch.

Photovoltaik spielt eine Schlüsselrolle in der Energiewende. Das technische Potenzial beträgt 143 MWp mit einem Stromertrag von 157 GWh pro Jahr. Davon entfallen 111 MWp auf geeignete (121 GWh/a) und 32 MWp auf bedingt geeignete Flächen (36 GWh/a). Dachanlagen bieten mit 62.500 m² ein Potenzial von 11,2 MWp und 10 GWh/a. Der aktuelle Ausbau liegt bei 15 %.

Freiflächen-Solarthermie kann mit Wärmenetzen kombiniert werden und bietet ein theoretisches Potenzial von 576 GWh/a auf 133 ha Fläche, wovon 91 ha als geeignet und 42 ha als bedingt geeignet gelten. Aufdach-Solarthermie könnte mit 62.000 m² Fläche 37,2 GWh/a thermische Energie liefern, ist aber aufgrund saisonaler Schwankungen nur bedingt geeignet.

Holzartige Biomasse aus 1.581 ha Gesamtwaldfläche, bestehend aus 1.302 ha Staatswald und 279 ha Privatwald, ermöglicht eine nachhaltige Nutzung von Waldrestholz mit einem jährlichen Potenzial von 6.324 MWh. Auch Landschaftspflegeholz bietet weiteres ökologisches und energetisches Potenzial.

Biogas aus 500 ha Fläche kann jährlich 1.670.000 m³ Methan erzeugen, was eine Stromproduktion von 3,5 GWh/a ermöglicht. Dies entspricht dem Bedarf von 2.700 Haushalten. Das thermische Potenzial beträgt etwa 6 GWh/a und könnte rund 268 Haushalte mit Wärme versorgen. Biomasse und Biogas bieten somit wertvolle Beiträge zur nachhaltigen Energieversorgung in Pechbrunn.

5 Zielszenario

Projektziel ist die Entwicklung eines Szenarios zur Deckung des zukünftigen Wärmebedarfs mit erneuerbaren Energien zur Erreichung einer klimaneutralen Wärmeversorgung. Dazu gehört eine räumlich aufgelöste Beschreibung der dafür benötigten künftigen Versorgungsstruktur im Jahr 2045 mit einem Zwischenziel für 2035. Dies gelingt durch die Ermittlung von Eignungsgebieten für neue bzw. zu erweiternde Wärmenetze und die Einzelversorgung der Gebäude.

5.1 Ausweisung von Wärmenetzeignungsgebieten

Wärmenetze sind ein wichtiger Bestandteil der Wärmewende, da sie auf die zentrale Erzeugung und Verteilung von Wärme setzen, was häufig effizienter ist als die individuelle Beheizung von einzelnen Gebäuden. Durch diese Systeme können große erneuerbare Energiequellen wie Abwärme aus KWK-Anlagen, Biomasse oder Geothermie genutzt werden. Zudem ermöglichen sie die Versorgung größerer Gebiete.

Der Aufbau eines Wärmenetzes stellt eine kostenintensive Investition in die Infrastruktur dar. Ob eine zentrale Wärmeversorgung die wirtschaftlich sinnvollste Lösung ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab, die für jeden Einzelfall individuell bewertet werden müssen:

- Potenzial und Verfügbarkeit erneuerbarer Energien
- Nutzungsmöglichkeiten von Abwärme
- Erweiterung bestehender Wärmenetze
- Großverbraucher und Ankerkunden, die als Ausgangspunkt für eine Wärmenetzversorgung dienen können
- Strategische Ausrichtung und bestehende Planungen relevanter Akteure, wie etwa der Städte und Gemeinden
- Eine hohe Wärmebedarfsdichte und/oder Wärmeliniedichte, die eine wirtschaftliche Erschließung eines Quartiers mit Wärmenetzen begünstigt

Eines der zentralen Ziele der kommunalen Wärmeplanung ist die Ausweisung von Gebieten, in den die Kriterien erfüllt sind, welche die Prüfung von Wärmenetzen nahelegen. Dabei wird zwischen folgenden Gebieten unterschieden:

Wärmenetzgebiet

Ein Wärmenetzgebiet bezeichnet eine geographisch definierte Zone, in der entweder bereits ein Wärmenetz existiert oder dessen Errichtung geplant ist. Ziel ist die Versorgung eines signifikanten Anteils der Letztverbraucher über eine zentralisierte Wärmeinfrastruktur. Dabei gibt es:

- **Wärmenetzverdichtungsgebiete:** In diesen Gebieten ist ein Wärmenetz bereits vorhanden, und es besteht das Potenzial, zusätzliche Verbraucher in unmittelbarer Nähe an das bestehende Netz anzuschließen, um dessen Auslastung und Wirtschaftlichkeit zu optimieren.
- **Wärmenetzausbauggebiete:** Hier ist zwar noch kein Wärmenetz in unmittelbarer Nähe vorhanden, jedoch wird eine Erweiterung eines bestehenden Netzes in diese Region angestrebt, um weitere Verbraucher in die Wärmeversorgung zu integrieren.
- **Wärmenetzneubauggebiete:** In diesen Gebieten existiert bislang kein Wärmenetz, sodass ein vollständig neues Netz errichtet werden muss, um eine zentrale Wärmeversorgung zu ermöglichen.

Wasserstoffnetzgebiet

In diesem Gebiet liegt ein Wasserstoffnetz bereits vor oder ist konkret geplant. Ein wesentlicher Teil der Letztverbraucher wird hier durch Wasserstoff ihren Wärmebedarf decken.

Einzelversorgungsgebiet

In diesem Gebiet ist keine flächendeckende leitungsgebundene Wärmeversorgung, beispielsweise durch Wärmenetze oder Wasserstoffnetze, vorgesehen. Stattdessen erfolgt die Wärmebereitstellung überwiegend durch individuelle Lösungen wie Wärmepumpen oder Biomasseheizungen, die eine dezentrale und standortbezogene Versorgung ermöglichen.

5.1.1 Einteilung der Quartiere nach Versorgungsgebieten

Quartier	Schlößli
Einteilung	Wärmenetzverdichtungsgebiete

Quartier	Groschlattengrün
Einteilung	Wärmenetzausbaugebiet

Quartier	Pechbrunn-Süd
Einteilung	Wärmenetzneubaugebiete

Quartier	Pechbrunn-Nord
Einteilung	Wärmenetzneubaugebiete

Folgende Gebiete sind wegen Ihrer Entfernung und/oder Ihrer geringen Bebauungsdichte als Einzelversorgungsgebiet eigenstuft:

- Ziegelhütte
- Gebiet „Am Hügel“
- Gebiet „Steinlohweg“
- Ochsenränk

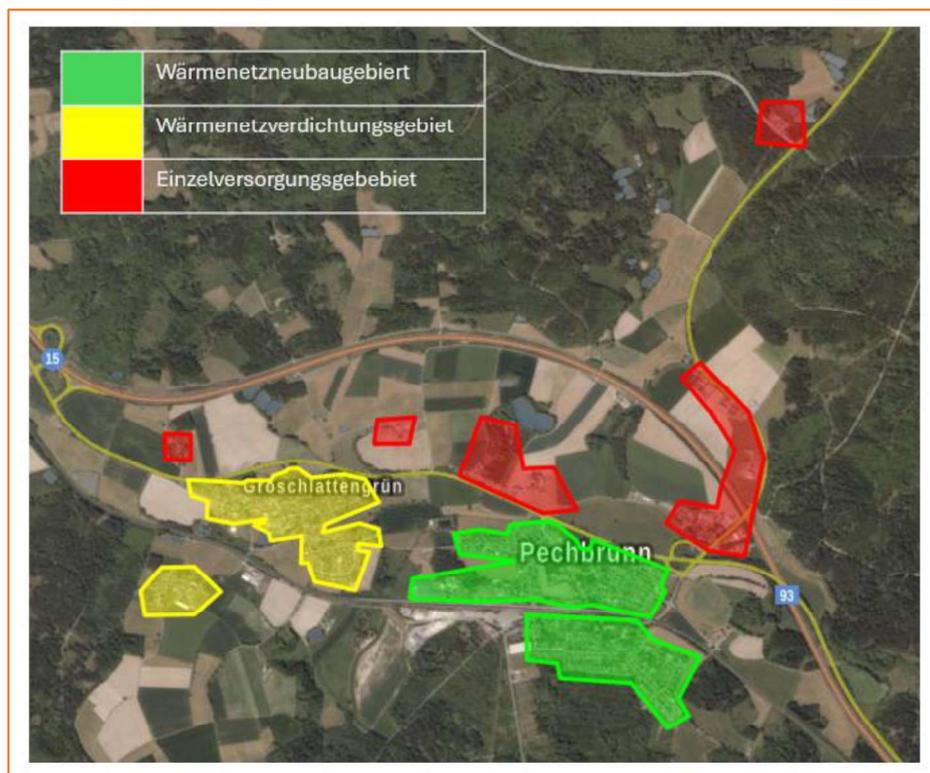


Abbildung 37 Übersicht Einteilung der Quartiere

5.2 Wärmeversorgungsarten für das Zieljahr

Ausgehend von der Abgrenzung der Wärmenetzgebiete sowie der Bereiche mit vorrangig dezentraler Wärmeversorgung erfolgt eine systematische Analyse zur Bestimmung geeigneter Wärmeversorgungsarten für das festgelegte Zieljahr. Ziel ist es, auf Ebene einzelner Grundstücke und Baublöcke aufzuzeigen, welche Form der Wärmebereitstellung unter Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher und infrastruktureller Gegebenheiten als besonders geeignet erscheint.

Diese Informationen dienen den Bürgerinnen und Bürgern und der Gemeinde als orientierende Entscheidungshilfe, indem sie Transparenz über die zukünftigen Rahmenbedingungen schaffen und eine fundierte individuelle Entscheidungsfindung unterstützen. Dabei stehen insbesondere folgende Fragestellungen im Vordergrund:

- Wie gestaltet sich die derzeitige Wärmeversorgungssituation in meinem Quartier? Existieren bereits Wärmenetze in der näheren Umgebung?
- Welche Bedeutung können verschiedene Wärmeversorgungsformen künftig in meinem Wohnumfeld einnehmen?
- Ist die Errichtung oder der Ausbau eines Wärmenetzes in meinem Quartier vorgesehen, oder ist eine dezentrale Versorgung wahrscheinlicher?
- Welche Technologien kommen angesichts meiner individuellen Voraussetzungen in Betracht?
- Welche konkreten Maßnahmen und Handlungsschritte werden für mein Quartier empfohlen?

Zu diesem Zweck wird für jedes Quartier ein Steckbrief erstellt, der folgendes beinhaltet:

Quartiersbeschreibung und energietechnisch relevante Rahmenbedingungen

Im Rahmen der energetischen Quartiersanalyse wird eine kompakte Beschreibung erstellt, die den Bürgerinnen und Bürgern und der Gemeinde einen strukturierten Überblick über die für die Wärmeversorgung relevanten Aspekte ihres Quartiers bietet. Dabei werden folgende Parameter berücksichtigt:

- Flächenumfang des Quartiers
- Dominierende Nutzungsstruktur (z. B. Wohn-, Misch- oder Gewerbegebiet)
- Wärmedichte (kWh/m² bzw. kWh/ha)
- Derzeitiger Wärmebedarf (aggregiert oder differenziert nach Nutzungstypen)
- Aktuelle Treibhausgasemissionen, bezogen auf die Wärmeversorgung

- Infrastrukturelle Ausgangslage, insbesondere das Vorhandensein von Gas- und Wärmenetzen
- Analyse und Szenarienvergleich des Wärmemixes

Zur Verdeutlichung der aktuellen energetischen Ausgangslage sowie der langfristig angestrebten Entwicklungen wird der bestehende Wärmemix des Quartiers dem im Zieljahr 2045 angestrebten Wärmemix gegenübergestellt. Dies ermöglicht es eine individuelle Versorgungssituation im Kontext der Quartiersstruktur einzuordnen und ein Verständnis dafür zu entwickeln, welche Technologien perspektivisch als tragfähig und zukunftsrelevant gelten.

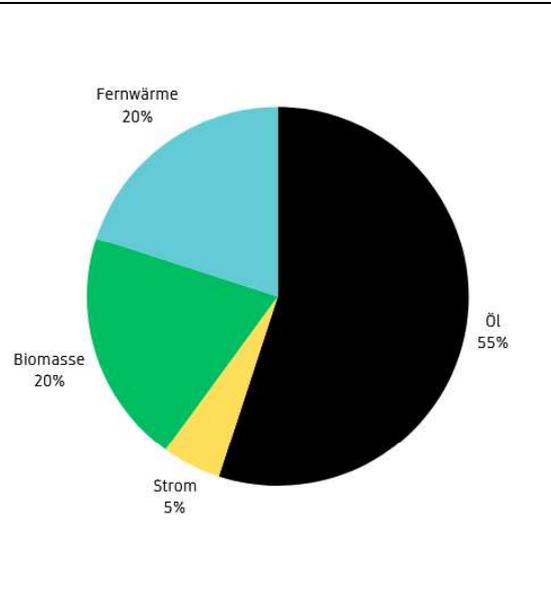
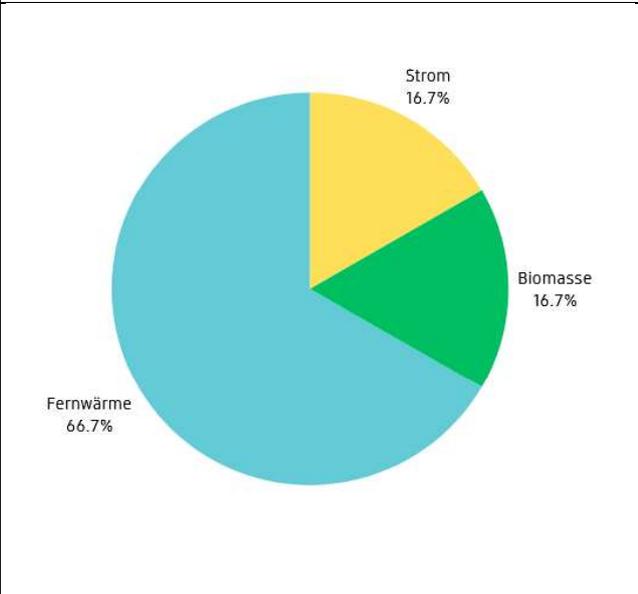
Bewertung lokaler Potenziale für erneuerbare Wärmebereitstellung

Die lokalen Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Wärmequellen und -technologien werden systematisch erhoben und hinsichtlich ihrer Nutzungswahrscheinlichkeit klassifiziert – von „sehr wahrscheinlich geeignet“ bis „sehr wahrscheinlich nicht geeignet“. Ziel ist es, Transparenz über die grundsätzlichen Möglichkeiten zur regenerativen Wärmeversorgung innerhalb der Nachbarschaft zu schaffen.

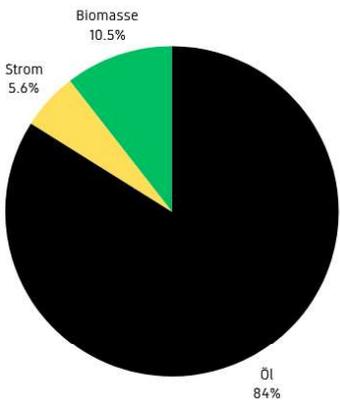
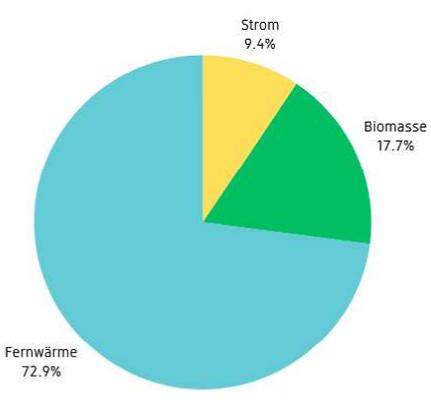
Strategieempfehlungen zur Umsetzung der Wärmewende im Quartier

Im Rahmen der Maßnahmenplanung werden konkrete Umsetzungsempfehlungen formuliert, um die Transformation hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung zu unterstützen. Diese beinhalten:

- Empfohlenes zukünftiges Versorgungssystem, z. B. Anbindung an ein Wärmenetz, dezentrale Versorgungslösungen oder Einbindung in ein zukünftiges Wasserstoffnetz
- Gebietsspezifisch priorisierte Maßnahmen, die eine gezielte Umsetzung der Wärmewendestrategie ermöglichen
- Ermittlung des Treibhausgas-Einsparpotenzials durch die vorgeschlagenen Maßnahmen
- Ergänzende Empfehlungen und Hinweise, die als weiterführende Anregungen für die konkrete Umsetzung vor Ort dienen

Schlößl				
Allgemein				
Anzahl Adressen	20			
Anzahl Gebäude	71			
Einwohner	50			
Grundfläche des Gebiets	3,8 ha			
Durchschnittliches Baujahr	1951			
Wärmebedarf (Endenergie)	756,2 MWh/a			
Strombedarf (Endenergie)	55,2 MWh/a			
CO ₂ Emissionen (Verbrauch)	28,0 t/a			
Wärmeversorgung				
Wärmemix aktuell		Wärmemix 2045		
 <p>Detailed description: A pie chart showing the current heat mix. The largest portion is Öl at 55% (black), followed by Fernwärme at 20% (light blue), Biomasse at 20% (green), and Strom at 5% (yellow).</p>		 <p>Detailed description: A pie chart showing the projected heat mix for 2045. The largest portion is Fernwärme at 66.7% (light blue), followed by Biomasse at 16.7% (green) and Strom at 16.7% (yellow).</p>		
Lokale Potenziale				
	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz	✓			
Luftwärmepumpe		✓		
Solarthermie		✓		
Biomasse		✓		
Erdwärme			✓	
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓
Maßnahmenempfehlung				
Erweiterung und Verdichtung des Bestandswärmenetz				
Gebäude, die nicht an Wärmenetz angeschlossen werden, sind insbesondere mit Biomasse oder Luftwärmepumpe beheizbar				
Nutzung solarthermischer Systeme zur Unterstützung der Warmwasser- und Heizwärmeversorgung				
Energetische Sanierung der Gebäudehülle (Dach, Fassade, Fenster, Kellerdecke)				

Groschlattengrün				
Allgemein				
Anzahl Adressen	136			
Anzahl Gebäude	374			
Einwohner	337			
Grundfläche des Gebiets	21,7 ha			
Durchschnittliches Baujahr	1966			
Wärmebedarf (Endenergie)	6,6 GWh/a			
Strombedarf (Endenergie)	448,7 MWh/a			
CO ₂ Emissionen (Verbrauch)	398,7 t/a			
Wärmeversorgung				
Wärmemix aktuell		Wärmemix 2045		
<p>Detailed description: A pie chart showing the current heat mix. The largest portion is Öl at 77% (black), followed by Biomasse at 11.5% (green), Fernwärme at 6.6% (light blue), and Strom at 4.9% (yellow).</p>		<p>Detailed description: A pie chart showing the projected heat mix for 2045. The largest portion is fernwärme at 42.9% (light blue), followed by Biomasse at 40% (green), and Strom at 17.1% (yellow).</p>		
Lokale Potenziale				
	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz	✓			
Luftwärmepumpe		✓		
Solarthermie		✓		
Biomasse		✓		
Erdwärme			✓	
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓
Maßnahmenempfehlung				
Erweiterung und Verdichtung des Bestandswärmenetz				
Gebäude, die nicht an Wärmenetz angeschlossen werden, sind insbesondere mit Biomasse oder Luftwärmepumpe beheizbar				
Nutzung solarthermischer Systeme zur Unterstützung der Warmwasser- und Heizwärmeversorgung				
Energetische Sanierung der Gebäudehülle (Dach, Fassade, Fenster, Kellerdecke)				

Pechbrunn-Nord				
Allgemein				
Anzahl Adressen	174			
Anzahl Gebäude	417			
Einwohner	468			
Grundfläche des Gebiets	26,8 ha			
Durchschnittliches Baujahr	1970			
Wärmebedarf (Endenergie)	8,3 GWh/a			
Strombedarf (Endenergie)	745,6 MWh/a			
CO ₂ Emissionen (Verbrauch)	469,7 t/a			
Wärmeversorgung				
Wärmemix aktuell		Wärmemix 2045		
 <p>Biomasse 10.5% Strom 5.6% Öl 84%</p>		 <p>Strom 9.4% Biomasse 17.7% Fernwärme 72.9%</p>		
Lokale Potenziale				
	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet
Wärmenetz	✓			
Luftwärmepumpe		✓		
Solarthermie		✓		
Biomasse		✓		
Erdwärme		✓		
Grüne Gase				✓
Abwärme				✓
Maßnahmenempfehlung				
Einsatz nachhaltiger Biomasse (z. B. Pellets, Hackschnitzel)				
Integration von Wärmepumpen (Luft-, Erd- und Grundwasserquellen)				
Nutzung solarthermischer Systeme zur Unterstützung der Warmwasser- und Heizwärmeversorgung				
Energetische Sanierung der Gebäudehülle (Dach, Fassade, Fenster, Kellerdecke)				

Pechbrunn-Süd																				
Allgemein																				
				153																
Anzahl Gebäude				368																
Einwohner				403																
Grundfläche des Gebiets				17,8 ha																
Durchschnittliches Baujahr				1975																
Wärmebedarf (Endenergie)				6,4 GWh/a																
Strombedarf (Endenergie)				412,2 MWh/a																
CO ₂ Emissionen (Verbrauch)				419,3 t/a																
Wärmeversorgung																				
Wärmemix aktuell		Wärmemix 2045																		
<p>Wärmemix aktuell</p> <table border="1"> <tr><th>Energy Source</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>Öl</td><td>76.7%</td></tr> <tr><td>Strom</td><td>16.4%</td></tr> <tr><td>Biomasse</td><td>6.8%</td></tr> </table>		Energy Source	Percentage	Öl	76.7%	Strom	16.4%	Biomasse	6.8%	<p>Wärmemix 2045</p> <table border="1"> <tr><th>Energy Source</th><th>Percentage</th></tr> <tr><td>Fernwärme</td><td>58.5%</td></tr> <tr><td>Biomasse</td><td>18.1%</td></tr> <tr><td>Strom</td><td>23.4%</td></tr> </table>			Energy Source	Percentage	Fernwärme	58.5%	Biomasse	18.1%	Strom	23.4%
Energy Source	Percentage																			
Öl	76.7%																			
Strom	16.4%																			
Biomasse	6.8%																			
Energy Source	Percentage																			
Fernwärme	58.5%																			
Biomasse	18.1%																			
Strom	23.4%																			
Lokale Potenziale																				
	Sehr wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich geeignet	Wahrscheinlich ungeeignet	Sehr wahrscheinlich ungeeignet																
Wärmenetz		✓																		
Luftwärmepumpe		✓																		
Solarthermie		✓																		
Biomasse		✓																		
Erdwärme			✓																	
Grüne Gase				✓																
Abwärme				✓																
Maßnahmenempfehlung																				
Einsatz nachhaltiger Biomasse (z. B. Pellets, Hackschnitzel)																				
Integration von Wärmepumpen (Luft-, Erd- und Grundwasserquellen)																				
Nutzung solarthermischer Systeme zur Unterstützung der Warmwasser- und Heizwärmeversorgung																				
Energetische Sanierung der Gebäudehülle (Dach, Fassade, Fenster, Kellerdecke)																				

5.3 Zielszenario bis 2045

Das Zielszenario 2045 beschreibt den angestrebten Endzustand der Wärmeversorgung im Rahmen der nationalen und europäischen Klimaziele. Ziel ist die vollständige Dekarbonisierung der Wärmebereitstellung durch den konsequenten Einsatz von erneuerbaren Energien, Energieeffizienzmaßnahmen und sektorübergreifender Integration. Die Wärmeversorgung erfolgt im Jahr 2045 bilanziell treibhausgasneutral.

5.3.1 Wesentliche Merkmale des Zielszenarios

100 % klimaneutrale Wärmeversorgung

- Einsatz ausschließlich erneuerbarer Energien (Solarthermie, Umweltwärme, Geothermie, nachhaltige Biomasse, Abwärme, grüner Wasserstoff)
- Keine Nutzung fossiler Brennstoffe mehr (Erdgas, Heizöl, Kohle)
- Flächendeckende Umstellung bestehender Heizsysteme auf klimafreundliche Technologien

Effizienzorientierter Gebäudebestand

- Sanierungsrate ≥ 2 % pro Jahr, energetischer Standard nahe Effizienzhaus 55 oder besser
- Wärmebedarf im Gebäudesektor um 40–60 % gegenüber dem Ausgangsjahr reduziert
- Digitalisierte und intelligente Gebäudetechnik zur Verbrauchsoptimierung

Transformation der Wärmenetze

- Wärmenetze sind auf niedrige Vorlauftemperaturen (<70 °C) umgestellt
- Versorgung über regenerative Großwärmequellen: Solarthermie, Großwärmepumpen, Geothermie, Abwärme
- Hohe Anschlussdichte in verdichteten Gebieten zur Effizienzsteigerung

Breiter Einsatz dezentraler Systeme

- Wärmepumpen dominieren im Neubau und in Einfamilienhäusern
- Solarthermie und Biomasse decken Nischenbereiche (z. B. unsanierte Altbauten, ländlicher Raum)
- Ergänzende Nutzung von Power-to-Heat und Wasserstofftechnologien in integrierten Energiesystemen

Sektorenkopplung und Flexibilität

- Elektrifizierung der Wärme im Verbund mit erneuerbarem Strom (Sektorenkopplung)
- Integration von Wärmespeichern zur Lastverschiebung und Netzstabilisierung
- Nutzung dynamischer Stromtarife und intelligenter Steuerung zur Netzentlastung

Soziale Akzeptanz und Teilhabe

- Soziale Flankierung durch Förderprogramme, gezielte Unterstützung für einkommensschwache Haushalte
- Transparente Kommunikation der Umstellungskosten und Einsparpotenziale
- Akteurszentrierte Planungsprozesse mit Beteiligung von Bürgern, Eigentümern und Unternehmen

Ergebnis

Im Zielszenario 2045 ist die Wärmeversorgung nicht nur klimaneutral, sondern auch resilient, dezentral organisiert und wirtschaftlich tragfähig. Sie leistet einen zentralen Beitrag zur Erreichung der nationalen Klimaziele und zur langfristigen Versorgungssicherheit.

5.3.2 Entwicklung der Wärmebedarfs

Für die Beurteilung des Zielszenarios werden die Erkenntnisse aus dem Ausschöpfen des Sanierungspotenziales aufgegriffen. Die energetische Gebäudesanierung führt zur Reduzierung des Wärmebedarfes, ggf. auch der Wärmebedarfsdichte und schlägt sich somit auch im absoluten Energieverbrauch wieder.

Nach Ausschöpfung aller Sanierungspotenziale stellt sich der Endenergieverbrauch in Pechbrunn für die vorkommenden Energieträger wie folgt dar.

Heutiger und zukünftiger Jahresendenergiebedarf in Pechbrunn für die Wärmeversorgung aufgeteilt nach Energieträgern			
Energieträger	IST	2035	2045
Biomasse	1,88 GWh/a	1,48 GWh/a	684,58 MWh/a
Heizöl	18,96 GWh/a	15,06 GWh/a	7,26 GWh/a
Gas	0,00 GWh/a	0,00 GWh/a	0,00 GWh/a
Fernwärme	639,40 MWh/a	493,58 MWh/a	202,95 MWh/a
Heizstrom	1,63 GWh/a	1,20 GWh/a	325,18 MWh/a

Für die einzelnen Akteure/Sektoren stellt sich die Entwicklung des Endenergieverbrauches, wie folgt dar:

Heutiger und zukünftiger Jahresendenergiebedarf in Pechbrunn für die Wärmeversorgung aufgeteilt nach Sektoren			
BISKO Sektor	IST	2035	2045
Private Haushalte	22,40 GWh/a	17,66 GWh/a	8,18 GWh/a
Gewerbe, Handel und Dienstleistung	384,74 MWh/a	303,38 MWh/a	140,67 MWh/a
Industrie	567,23 MWh/a	450,72 MWh/a	217,69 MWh/a
Kommunale Einrichtungen	561,88 MWh/a	431,52 MWh/a	170,80 MWh/a

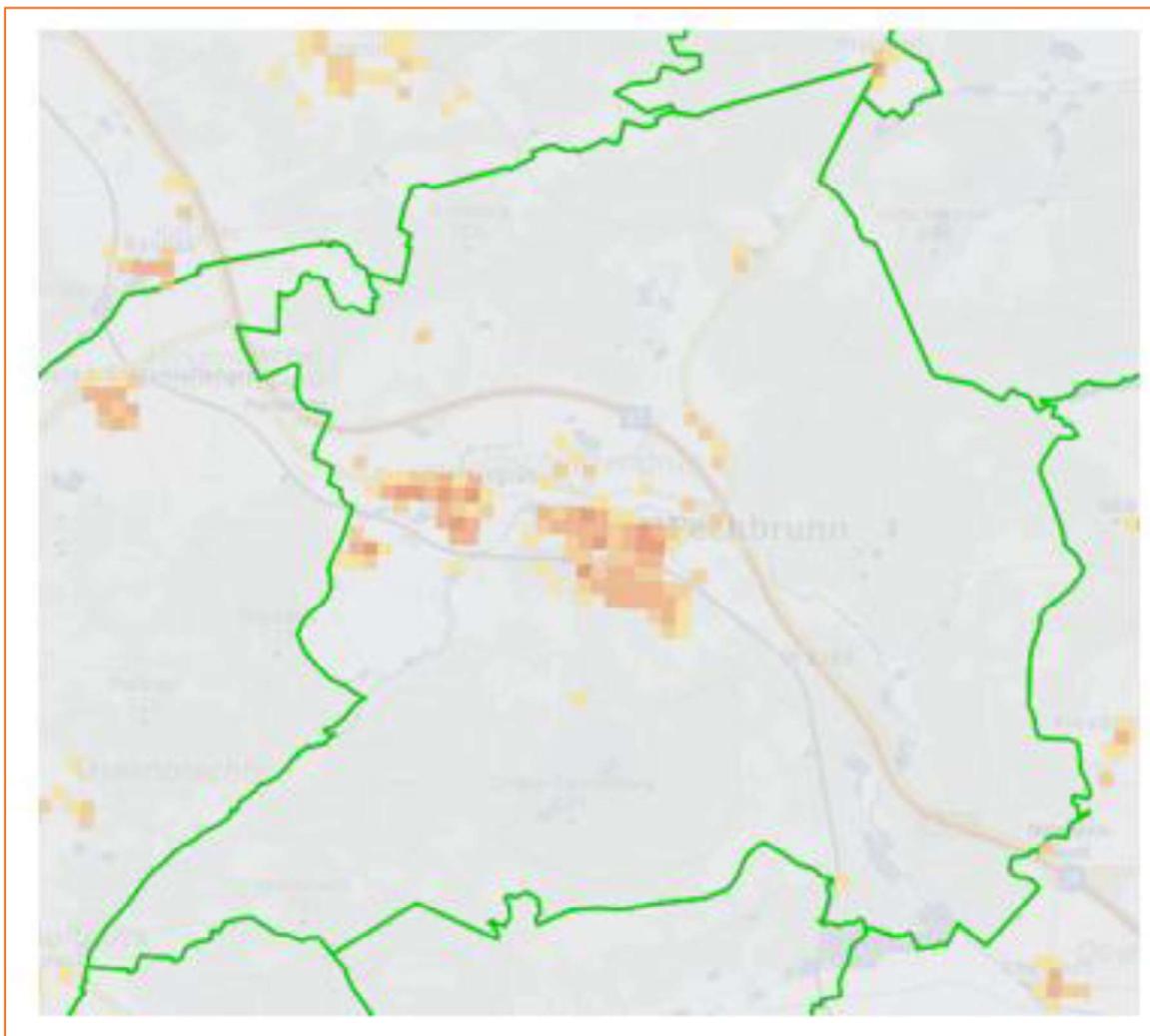


Abbildung 38 Übersicht Wärmebedarfsdichte Ist-Zustand (Quelle: Energie Atlas Bayern)

Die Karte zeigt den aggregierten Wärmebedarf (in MWh/a) von Wohn- und Nichtwohngebäuden in einem Raster von 100 x 100 m. Industriegebäude sind dabei ausgeschlossen. Anhand der Daten lässt sich eine Erstabschätzung vornehmen, ob in verschiedenen Bereichen eine hohe Wärmebedarfsdichte vorliegt und damit die Erschließung eines Wärmenetzes sinnvoll ist.

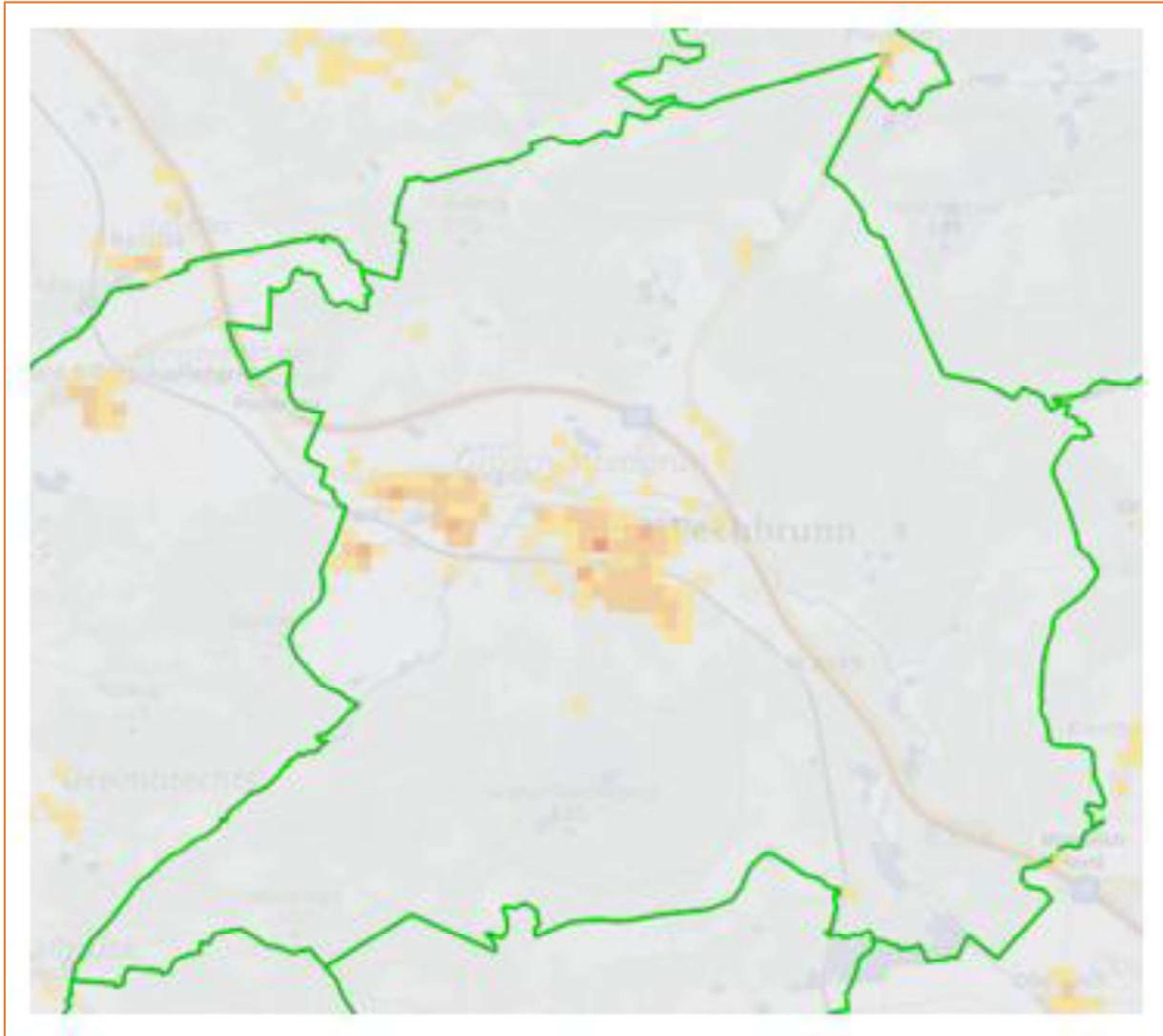


Abbildung 39 Übersicht Wärmebedarfsdichte im Sanierungszustand (Quelle: Energie Atlas Bayern)

Die Karte zeigt den aggregierten Wärmebedarf (in MWh/a) von Wohn- und Nichtwohngebäuden im sanierten Zustand in einem Raster von 100 x 100 m. Industriegebäude sind dabei ausgeschlossen. Anhand der Daten lässt sich eine Erstabschätzung vornehmen, ob in verschiedenen Bereichen eine hohe Wärmebedarfsdichte vorliegt und damit die Erschließung eines Wärmenetzes sinnvoll ist.

5.3.3 Bewertung nicht lokaler Ressourcen

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung steht die Gemeinde Pechbrunn – wie viele kleinere Kommunen – vor der Herausforderung, eine nachhaltige, wirtschaftlich tragfähige und zugleich klimafreundliche Wärmeversorgung sicherzustellen. Eine zentrale Fragestellung betrifft hierbei die Einbindung nicht lokal verfügbarer Ressourcen. Darunter fallen insbesondere importierte Energieträger wie Heizöl, Biomasse aus externen Regionen, Strom aus überregionalen Netzen sowie Fernwärme aus benachbarten Städten oder industriellen Anlagen.

Nicht lokale Ressourcen bieten auf den ersten Blick pragmatische Vorteile: Heizöl etwa ist über die bestehende Infrastruktur in vielen Haushalten weiterhin verfügbar und ermöglicht eine kurzfristige, versorgungssichere Wärmebereitstellung ohne umfassende Umbaumaßnahmen. Auch importierte Biomasse oder überregionale Fernwärme können – abhängig von Herkunft und Art – als Zwischenlösung auf dem Weg zur klimaneutralen Wärmeversorgung fungieren. Überregional erzeugter Strom, insbesondere aus erneuerbaren Quellen, unterstützt zudem den Einsatz moderner Technologien wie Wärmepumpen.

Jedoch sind diese Optionen mit erheblichen ökologischen und wirtschaftlichen Nachteilen behaftet. Heizöl zählt zu den besonders emissionsintensiven fossilen Brennstoffen. Die Verbrennung führt nicht nur zu hohen CO₂-Emissionen, sondern setzt auch Luftschadstoffe wie Stickoxide und Feinstaub frei. Importierte Biomasse ist je nach Herkunft und Transportentfernung ebenfalls kritisch zu bewerten – insbesondere dann, wenn die Nachhaltigkeit der Bewirtschaftung oder die Umweltfolgen in der Produktionsregion nicht transparent sind. Bei allen nicht lokalen Ressourcen kommt es zudem zu einer Verlagerung ökologischer Belastungen: Während die Nutzung in Pechbrunn erfolgt, entstehen Umweltwirkungen andernorts.

Aus ökonomischer Sicht ergeben sich weitere Nachteile. Der Preis von Heizöl unterliegt starken Schwankungen auf den Weltmärkten, was zu Unsicherheit und finanzieller Belastung für Haushalte und öffentliche Einrichtungen führen kann. Gleichzeitig wird bei der Nutzung externer Energieressourcen keine lokale Wertschöpfung generiert. Mittel, die in den Energiebezug fließen, verlassen die Region, anstatt in regionale Infrastruktur, Unternehmen oder Arbeitsplätze zu fließen. Die langfristige Abhängigkeit von externen Lieferanten schwächt darüber hinaus die Versorgungssouveränität der Gemeinde.

Für die Gemeinde Pechbrunn bedeutet dies, dass nicht lokale Ressourcen wie Heizöl allenfalls als temporäre Übergangslösung in der kommunalen Wärmeplanung Berücksichtigung finden sollten. Vorrangig sollten stattdessen lokale Potenziale erschlossen und genutzt werden – etwa durch den Ausbau von Solarthermie, oberflächennaher Geothermie, Abwärmenutzung, Wärmepumpen in Kombination mit regionalem Ökostrom oder der nachhaltigen Verwertung heimischer Holzbiomasse. So kann langfristig eine klima- und sozialverträgliche sowie ökonomisch resiliente Wärmeversorgung geschaffen werden.

5.3.4 Entwicklung der Treibhausgasemission

Bilanzierte THG -Emissionen basierend auf typischen Emissionsfaktoren pro Energieträger (kg CO₂e/kWh):

Energieträger	Emissionsfaktor (kg CO ₂ e/kWh)	THG IST (t CO ₂ e)	THG 2035 (t CO ₂ e)	THG 2045 (t CO ₂ e)
Biomasse	~0,02	~37,6	~29,6	~13,7
Heizöl	~0,266	~5.040	~4.003	~1.931
Fernwärme	~0,150	~96	~74	~30
Heizstrom	~0,400	~652	~480	~130
Gesamt	—	~5.826 t	~4.587 t	~2.105 t

Die THG-Emissionen aus der Wärmeversorgung in Pechbrunn können bis 2045 um ca. 64 % reduziert werden. Wesentliche Beiträge leisten dabei die Reduktion des Heizölverbrauchs, der Rückgang des Heizstroms sowie eine zunehmende Elektrifizierung und Effizienzsteigerung.

5.3.5 Kostenprognose

Es wird eine Kostenprognose für die Auswahl verschiedener Heizsysteme basierend auf einem Einfamilienhaus erstellt, welches den größten Gebäudetyp in der Gemeinde Pechbrunn darstellt.

Die Wahl des Heizsystems für ein Einfamilienhaus ist eine der bedeutendsten Entscheidungen im Hinblick auf langfristige Betriebskosten und Nachhaltigkeit.

Ziel dieser Kostenprognose ist es, eine fundierte Entscheidungshilfe zur Auswahl des besten Heizsystems für Einfamilienhäuser zu bieten, basierend auf verschiedenen Faktoren wie Anschaffungskosten, Betriebskosten, CO₂-Emissionen und der Gesamtnutzungsdauer von 20 Jahren.

Methodik

Die Kostenprognose umfasst eine 20-Jahres-Analyse und berücksichtigt folgende Heizsysteme:

- Gasheizung (Flüssiggas)
- Pelletheizung
- Ölheizung
- Wärmepumpe
- Fernwärme

Die wichtigsten Parameter, die in der Analyse berücksichtigt wurden, sind:

- Anschaffungskosten (einschließlich Installation)
- Jährliche Betriebskosten (einschließlich Energieverbrauch und Wartung)
- CO₂-Emissionen und die CO₂-Kosten basierend auf einem CO₂-Preis von 50 € pro Tonne CO₂ (bzw. 0,05 €/kg CO₂)
- Wartungskosten und ihre Auswirkungen auf die Gesamtkosten.

Annahmen und Ausgangsdaten

- Heizbedarf: Einfamilienhäuser haben in der Regel einen durchschnittlichen jährlichen Heizbedarf von 18.000 kWh, basierend auf einer typischen 150 m² großen, gut isolierten Immobilie.
- CO₂-Emissionen: CO₂-Emissionen wurden anhand der jeweiligen Emissionsfaktoren pro kWh für die verschiedenen Heizsysteme berechnet.
- CO₂-Preis: 50 € pro Tonne CO₂, was den aktuellen Marktwert für CO₂-Bepreisung widerspiegelt.

Heizsysteme im Detail

Heizsystem	Anschaffungskosten (€)	Betriebskosten/Jahr (€)	Wartungskosten/Jahr (€)	CO ₂ -Kosten/Jahr (€)	Gesamtkosten über 20 Jahre (€)
Gasheizung	10.000	2.269	180	181	59.996
Pelletheizung	25.000	2.800	300	0.0	87.000
Ölheizung	15.000	2.647	250	237	72.952
Wärmepumpe	25.000	2.100	240	0.0	71.800
Fernwärme	5.000	2.160	0	0.0	48.200

Zusammenfassung der Gesamtkosten über 20 Jahre

Heizsystem	Anschaffungskosten (€)	Betriebskosten über 20 Jahre (€)	Wartungskosten über 20 Jahre (€)	Gesamtkosten über 20 Jahre (€)
Gasheizung	10.000	45.396	3.600	59.996
Pelletheizung	25.000	56.000	6.000	87.000
Ölheizung	15.000	52.952	5.000	72.952
Wärmepumpe	25.000	42.000	4.800	71.800
Fernwärme	5.000	43.200	0	48.200

Fazit der Kostenprognose

- Fernwärme stellt mit einem Gesamtbetrag von 48.200 € über 20 Jahre die kostengünstigste Lösung dar. Sie hat niedrige Anschaffungs- und Betriebskosten, bietet aber den größten Vorteil in Bezug auf CO₂-Emissionen, wenn sie aus erneuerbaren Quellen stammt.
- Gasheizung bleibt eine gute kostengünstige Lösung mit moderaten Betriebskosten und CO₂-Kosten, die jedoch durch den fossilen Brennstoff relativ schnell steigen könnten.
- Wärmepumpe bietet durch ihre hohe Effizienz eine gute Langzeitperspektive bei relativ niedrigen Betriebskosten, erfordert jedoch eine hohe Anfangsinvestition.
- Pelletheizung hat hohe Anschaffungs- und Betriebskosten und ist somit nicht die wirtschaftlichste Option, obwohl sie eine niedrige CO₂-Bilanz bietet.
- Ölheizung ist aufgrund der hohen CO₂-Emissionen und der CO₂-Kosten eine weniger attraktive Lösung, auch wenn sie eine geringe Anfangsinvestition bietet.

Für Einfamilienhäuser, die in ländlichen Gebieten ohne Anschluss an Fernwärme oder städtische Infrastruktur liegen, können Pelletheizungen eine interessante Option sein, während Wärmepumpen und Fernwärme für gut isolierte Häuser und in städtischen Gebieten die beste langfristige Wahl darstellen. Die Wahl des Heizsystems sollte jedoch nicht nur auf Kosten, sondern auch auf Nachhaltigkeit und CO₂-Emissionen ausgerichtet sein.

6 Umsetzungsstrategie und -Maßnahmen

§ 20 WPG definiert die Anforderungen an die Umsetzungsstrategie: Es werden Umsetzungsmaßnahmen auf Grundlage der Bestands- und Potenzialanalyse entwickelt, die im Einklang mit dem Zielszenario stehen. Mit der Umsetzungsstrategie bzw. den zugehörigen Umsetzungsmaßnahmen soll das Ziel der Versorgung mit ausschließlich aus erneuerbaren Energien oder aus unvermeidbarer Abwärme erzeugter Wärme bis zum Zieljahr erreicht werden können. Die Umsetzungsmaßnahmen können gemeinsam mit weiteren Akteuren identifiziert werden und es können Vereinbarungen zur Umsetzung mit den betroffenen Personen oder Dritten abgeschlossen werden.

6.1 Übersicht der vorgeschlagenen Umsetzungsmaßnahmen

Ziel des Katalogs von Maßnahmen ist es, konkrete Schritte zur Umsetzung der Wärmewende bereitzustellen. Diese richten sich in erster Linie an zentrale Akteure der Wärmewirtschaft wie Kommunen, Stadtwerke, Energieversorger, Schornsteinfeger, Energieberater und andere relevante Akteure. Um die Umsetzung dieser Maßnahmen systematisch zu strukturieren und zu ordnen, empfehlen das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) sowie das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) eine standardisierte Klassifizierung.

Klassifizierung der Umsetzungsmaßnahmen nach BMWK und BMWSB
Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien
Wärmenetzausbau und Transformation
Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäuden
Heizungsumstellung und Transformation der Wärmeversorgung in Gebäuden und Quartieren
Strom-/Wasserstoffnetzausbau
Verbraucherbewusstsein und Suffizienz

Die thematischen Strategiefelder nach BMWK und BMWSB beinhalten konkret:

- Wärmenetzausbau und -transformation: Maßnahmen, um neue Wärmenetze zu errichten oder bestehende Wärmenetze zu erweitern oder zu transformieren
- Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäuden: Maßnahmen, die auf eine Reduktion des Wärmebedarfs in Wohn- und Nichtwohngebäuden führen
- Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien
- Heizungsumstellung und Transformation der Wärmeversorgung in Gebäuden und Quartieren: Maßnahmen, die die Heizungsumstellung von einzelnen Gebäuden oder ganzen Quartieren abzielen
- Verbraucherverhalten und Suffizienz: Maßnahmen zur Schaffung von Bewusstsein für die Thematik bei Verbraucherinnen und Verbrauchern

- Strom-/Wasserstoffnetzausbau: Maßnahmen mit Fokus auf Auf- bzw. Ausbau von Strom- und Wasserstoffnetzen und/oder die Transformation (bzw. ggf. Stilllegung) bestehender Energieinfrastrukturanlagen

Darüber hinaus werden die Maßnahmen in drei Aktionskategorien geclustert: Organisation (v.a. relevant für Controlling- und Verstetigungsstrategie), Kommunikation (v.a. relevant für Kommunikationsstrategie), Planung und Umsetzung.

Übersicht über die empfohlenen Umsetzungsmaßnahmen.

Potenzialerschließung, Flächensicherung und Ausbau erneuerbarer Energien				
Maßnahme	Kategorie	Adressat	Regulieren	Motivieren
Maßnahmen des Raum- und Flächenmanagements für den Ausbau der erneuerbaren Energien (Flächen-sicherung/-bereitstellung), Verpachtung von Grundstücken etc.				
Maßnahmen, die die Genehmigung von Anlagen zur erneuerbaren Energieerzeugung unterstützen und beschleunigen				
Beauftragung von Machbarkeitsstudien für Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien oder unvermeidbarer Abwärme in Kooperation mit den zentralen Akteuren für (potenzielle) Wärmenetze im (Teil-)Eigentum der Kommune				
Entwicklung von Anreizen zur Mobilisierung von Dach- und Freiflächen zum Ausbau der erneuerbaren Energien sowie zum Aufbau von Versorgungsstrukturen in Quartieren (z. B. Bürgerbeteiligung, Flächenbevorratung und -verpachtung durch Kommune, Organisation von Marktplätzen und Vernetzung von Flächeneigentümerinnen und -eigentümern (unter anderem land- und forstwirtschaftliche Akteure) und Interessenten, Mieterstrommodelle, Einkaufsgemeinschaften				
Maßnahmen, die Potenziale von erneuerbaren Wärmequellen kommunizieren und sichtbar machen, um die Erschließung durch Dritte zu mobilisieren				
Berücksichtigung der Wärmeplanungsergebnisse bei der Fortschreibung und Aktualisierung der Regionalplanung				

Wärmenetzausbau und -transformation:				
Maßnahme	Kategorie	Adressat	Regulieren	Motivieren
Beauftragung von Machbarkeitsstudien, Ausschreibungen bzw. Vergabe für den Bau und Betrieb von neuen Wärmenetzen in Gebieten, die sich laut Wärmeplan für eine Versorgung über ein Wärmenetz eignen könnten und die absehbar nicht mit einem bestehenden Wärmenetz verbunden werden können				
Integration von Wärmewende-Vorgaben in die nächste Vergabe der Konzessionsverträge				
Einführung eines Anschluss- und Benutzungszwangs an ein bestehendes oder vorgesehene Wärmenetz für das beplante Gebiet oder für abgrenzbare Teile des beplanten Gebiets auf der Grundlage einer nach Maßgabe der Verfahrensvorschriften des jeweiligen Bundeslandes zu erlassende Rechtsvorschrift (vgl. auch § 26 WPG). Dabei sind Ausnahmen für Gebäudeeigentümer, die sich beispielsweise mit einer Wärmepumpe oder einem Pelletkessel versorgen wollen, vorzusehen.				
Frühzeitige Berücksichtigung der Gebietseinteilung und der angestrebten Versorgungslösungen bei der Erschließung von Neubaugebieten, der Standortplanung für Industrie und GHD etc.				
Neugründung von Dienstleistern zur Errichtung neuer Wärmeinfrastrukturen und Bereitstellung von Wärme und wärmebezogenen Dienstleistungen, falls im Gebiet oder Teilgebieten keine leitungsgebundene Wärmeversorgung vorherrscht.				
Unterstützung von EE-Gemeinschaften				
Etablierung effizienter und möglichst integrierter Kommunikations- und Planungsstrukturen beispielsweise für eine Frühabstimmung von Infrastruktur- und Bauprojekten, z. B. durch einen „Runden Tisch Kommunale Wärmewende“ oder durch die Einrichtung gemeinsamer Planungswerkzeuge für Baumaßnahmen an der Infrastruktur oder weitere Aktivitäten (Breitbandausbau, Straßen-/Tiefbauarbeiten, Gebäudesanierungen etc.)				
Nutzung des durch Eigentumsanteile begründeten Einflusses auf Wärme-, Gas- und Stromnetzbetreiber, Energieversorger oder sonstige Unternehmen, um Unternehmensstrategien und geplante Projekte mit dem Wärmeplan in Einklang zu bringen				
Bereitstellung von Kapital, Darlehen, Bürgschaften für den Wärmenetzausbau				
Bereitstellung gemeindeeigener Wegeflächen für die Verlegung von Infrastrukturen				

Überbrückungsangebote für Einzelkunden (z. B. über mobile Heizzentralen, Mietmodelle)				
Maßnahmen für eine fortlaufende Kommunikation zu Wärmenetzgebieten sowie Zeitschienen der voraussichtlichen Erschließung, um sicherzustellen, dass GHD und Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer in entsprechenden Gebieten zu geeigneten Zeitpunkten erreicht, werden.				

Sanierung/Modernisierung und Effizienzsteigerung in Industrie und Gebäuden				
Maßnahme	Kategorie	Adressat	Regulieren	Motivieren
Aufstellung von Bauleitplänen, der Abschluss von städtebaulichen Verträgen mit einer öffentlich-rechtlichen Verpflichtung der Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer, bestimmte energetische Maßnahmen durchzuführen, und die Nutzung von Instrumenten zur Sicherung der Bauleitplanung (z. B. Instrumente des besonderen Städtebaurechts, Ausweisung von Sanierungsgebieten und Konversionsflächen)				
Schaffung ergänzender Fördermöglichkeiten, die räumlich (abhängig von den vorgeschlagenen Versorgungskonzepten in den jeweiligen Eignungsgebieten) nach sozialen Kriterien (z. B. Abfederung sozialer Härten) oder nach besonderen technischen Herausforderungen (z. B. Fokus auf Etagen-/Einzelheizungen) differenzieren				
Zusammenarbeit mit (städtischen) Wohnungsunternehmen und Baugenossenschaften, um in einem ersten Schritt Sanierungsstrategien von großen Gebäudeportfolios und im zweiten Schritt deren Umsetzung anzuregen. Dabei kann eine Forcierung von seriellen Sanierungsansätzen sinnvoll sein.				
Erstellung und Umsetzung von Qualifizierungskonzepten unter Berücksichtigung der Wärmeplanungsergebnisse				
Schaffung und Nutzung von Strukturen in der Kommune (z. B. regionale Energieagenturen, Kompetenzzentren interkommunale Zusammenarbeit) zur Verbreitung von Beratungs- und Informationsangeboten mit dem Ziel, den Bürgerinnen und Bürgern sowie Unternehmen konkrete Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen, die im Einklang mit dem Wärmeplan stehen, und sie über Möglichkeiten weitergehender Beratung sowie über bestehende Förderangebote zu informieren				

Heizungsumstellung und Transformation in Gebäuden und Quartieren				
Maßnahme	Kategorie	Adressat	Regulieren	Motivieren
Aufnahme von Festlegungen zur (erneuerbaren) Wärmeversorgung in Verträgen über den Erwerb, die Veräußerung oder die Nutzungsüberlassung von kommunalen Liegenschaften, Sanierung der kommunalen Liegenschaften, PV-Ausbau				
Maßnahmen, die die Genehmigung von Anlagen zur erneuerbaren Energieerzeugung unterstützen und beschleunigen				
Festsetzung eines Verbrennungsverbots oder Verbots des Einsatzes fossiler Energieträger in Bebauungsplänen für Neubaugebiete				

Strom-/Wasserstoffnetzausbau:				
Maßnahme	Kategorie	Adressat	Regulieren	Motivieren
Entwicklung eines Akteurs übergreifenden und umsetzungsbegleitenden Kommunikations- und Beteiligungskonzepts ⁶⁷ , um zum einen kontinuierlich für die Wärmewende und die dafür notwendigen Maßnahmen zu sensibilisieren und zum anderen sicherzustellen, dass Aktualisierungen bezüglich geplanter Ausbauzeiträume und Anschlussmöglichkeiten von Wasserstoffnetzgebieten (analog Wärmenetzgebieten) betreffende Bürgerinnen und Bürger zu geeigneten Zeitpunkten erreicht				
Stromnetzchecks und frühzeitige Einleitung von Anpassungsmaßnahmen für elektrische Betriebsmittel				

Verbraucherverhalten und Suffizienz:				
Maßnahme	Kategorie	Adressat	Regulieren	Motivieren
Fiskalische Anreize z. B. in Form einer Förderung für die Umgestaltung von Haus- und Wohnungsgrundrissen, um den Gebäudebestand effizienter zu nutzen und Neubau bzw. zusätzlichen Wärmebedarf in der Kommune zu vermeiden				
Wohnbelegungs- und Wohnvermittlungsstrategien				
Erhebung und Erschließung von Leerständen				

7 Controlling Strategie und Umsetzungskontrolle

Eine effektive Controlling-Strategie für die kommunale Wärmeplanung stellt sicher, dass die definierten Ziele zur Dekarbonisierung, Effizienzsteigerung und Versorgungssicherheit erreicht werden. Sie umfasst sowohl die laufende Überwachung der Maßnahmen als auch die Anpassung der Strategie an neue Entwicklungen.

7.1 Strategische Ziele des Controllings in der Wärmeplanung

Die Sicherstellung der Zielerreichung in der kommunalen Wärmeplanung umfasst mehrere zentrale Aspekte. Dazu gehört die Reduktion der CO₂-Emissionen sowie die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien, um die Klimaziele der Kommune zu erfüllen. Gleichzeitig muss eine effiziente Ressourcennutzung gewährleistet werden, wobei sowohl finanzielle als auch materielle Ressourcen optimal eingesetzt und Kosten kontrolliert werden. Ein weiterer wichtiger Bestandteil ist die Identifikation von Abweichungen zwischen der ursprünglichen Planung und der tatsächlichen Umsetzung. Dies ermöglicht eine frühzeitige Anpassung und Vermeidung unerwünschter Entwicklungen. Schließlich ist eine kontinuierliche Optimierung der Maßnahmen essenziell, um flexibel auf neue technologische, wirtschaftliche und gesetzliche Rahmenbedingungen reagieren zu können und die Wärmeplanung langfristig erfolgreich umzusetzen.

7.2 Umsetzungskontrolle mit Monitoring und Evaluierung

Umsetzungskontrolle mit Monitoring und Evaluierung bezeichnet den Prozess, mit dem die Durchführung von Projekten oder Maßnahmen überprüft und bewertet wird. Dabei sorgt das Monitoring für eine laufende Beobachtung des Fortschritts und dient der frühzeitigen Problemerkennung. Die Evaluierung analysiert im Anschluss oder an bestimmten Zeitpunkten die Zielerreichung, Wirkung und Effizienz der Maßnahmen. Zusammen ermöglichen beide Instrumente eine fundierte Steuerung und kontinuierliche Verbesserung von Programmen und Projekten.

7.2.1 Indikatoren und Kennzahlen

Um den Fortschritt der Wärmeplanung messbar zu machen, müssen relevante Kennzahlen definiert werden:

- **Energiequellen-Mix:** Dieser Indikator misst den Anteil erneuerbarer Energien im Vergleich zu fossilen Energieträgern und zeigt, inwieweit die Wärmeversorgung auf nachhaltige Energiequellen umgestellt wurde.
- **CO₂-Einsparungen:** Hierbei wird die Reduktion der Treibhausgasemissionen im Vergleich zur Ausgangssituation bewertet, um den Erfolg der geplanten Maßnahmen zur Emissionsminderung zu dokumentieren.

- Anschlussquote an Wärmenetze: Der Anteil der Haushalte und Gewerbebetriebe, die an ein Wärmenetz angeschlossen sind, wird erfasst, um den Fortschritt des Ausbaus der Fernwärmeversorgung zu messen.
- Investitionskosten und Wirtschaftlichkeit: Diese Kennzahl bewertet die Budgettreue sowie die Nutzung von Fördermitteln und zeigt, wie wirtschaftlich die Umsetzung der Wärmeplanung erfolgt.

Akzeptanz in der Bevölkerung: Die Beteiligung der Bevölkerung an Dialogformaten, wie Bürgerbeteiligungen und Informationsveranstaltungen, wird erfasst, um die Akzeptanz und das Engagement der Bürger zu messen.

7.2.2 Monitoring-Methoden

Die Umsetzung der Wärmeplanung wird durch verschiedene Monitoring-Methoden kontinuierlich überwacht und evaluiert:

- Regelmäßige Fortschrittsberichte: Hierbei werden etwa jährliche CO₂-Bilanzen erstellt, um die Entwicklung der CO₂-Emissionen und die Einhaltung der Klimaziele zu dokumentieren.
- Datenanalyse über Energieversorger und Netzbetreiber: Diese Methode umfasst die Erhebung und Auswertung von Daten, die von Energieversorgern und Netzbetreibern bereitgestellt werden. Sie ermöglicht eine genaue Analyse des Energieverbrauchs und der Effizienz der Wärmeversorgung.
- Bürgerbeteiligung und Feedbackschleifen: Durch Befragungen und Workshops wird das Feedback der Bevölkerung erfasst. Diese Rückmeldungen fließen in die laufende Anpassung und Verbesserung der Maßnahmen ein.
- Geodaten- und GIS-gestützte Analysen zur Netzplanung: Mittels geographischer Informationssysteme (GIS) und Geodaten werden die besten Standorte für den Ausbau von Wärmenetzen ermittelt und potenzielle Schwachstellen identifiziert, um die Netzplanung effizienter zu gestalten.

7.2.3 Steuerungsinstrumente und Anpassung der Strategie

Die Steuerung und Anpassung der Strategie in der kommunalen Wärmeplanung erfolgt durch verschiedene Instrumente, die eine effektive Umsetzung und kontinuierliche Verbesserung sicherstellen.

Frühwarnsysteme für Abweichungen sind entscheidend, um Probleme frühzeitig zu erkennen. Hierfür wird ein digitales Dashboard eingerichtet, das relevante Indikatoren überwacht und Abweichungen in Echtzeit darstellt. Zudem finden regelmäßige Sitzungen mit wichtigen Stakeholdern wie Stadtwerken, Kommunen und Bürgerinitiativen statt, um den Austausch zu fördern und etwaige Anpassungsbedarfe rechtzeitig zu identifizieren.

Sollte es zu Zielabweichungen kommen, werden gezielte Maßnahmen ergriffen. Dazu gehört die Anpassung der Förderstrukturen, etwa durch stärkere Anreize für Technologien wie Wärmepumpen oder Nahwärme. Zusätzlich werden technologische Alternativen geprüft, wie Hybridlösungen oder neue Wärmespeicher, um flexibel auf technologische Entwicklungen zu reagieren. Auch regulatorische Anpassungen können erforderlich sein, wie die Einführung einer Pflicht zur Nutzung erneuerbarer Wärme in Neubaugebieten.

Für die langfristige Verstetigung der Wärmeplanung wird der Wärmeplan regelmäßig aktualisiert, beispielsweise alle fünf Jahre, um neue Entwicklungen und Herausforderungen zu berücksichtigen. Der Plan wird zudem in übergeordnete Stadtentwicklungspläne integriert, so dass er als Bestandteil der gesamten Stadtentwicklung verstanden wird. Zudem erfolgt eine kontinuierliche Einbindung der Bevölkerung, um die Akzeptanz der Maßnahmen zu steigern und die Bürger in den Planungsprozess einzubeziehen.

8 Kommunikationsstrategie

Eine Kommunikationsstrategie ist ein strukturierter Plan, der verschiedene Kommunikationsinstrumente und -maßnahmen gezielt aufeinander abstimmt. Sie legt fest, welche Botschaften, Kanäle und Zeitpunkte für die Kommunikation genutzt werden, um definierte Ziele effektiv zu erreichen. Dabei werden Meilensteine und Ergebnisse wie nachfolgend skizziert, um eine konsistente und wirkungsvolle Umsetzung sicherzustellen:

- Schulung relevanter Akteure
- Netzwerkaufbau und strategische Partnerschaften
- Strategische Planung einer Kommunikationskampagne
- Entwicklung und Einführung eines Logos und/oder Slogans

8.1 Schulungen

Die Umstellung von fossiler Energieerzeugung auf erneuerbare Energien in Kommunen erfordert die aktive Beteiligung lokaler Akteure wie Einwohner, Unternehmen sowie Land- und Forstwirte. Durch Coaching und Schulungen sollen potenzielle Umsetzer und Schlüsselakteure über geeignete Maßnahmen, deren Vorteile sowie relevante Themen wie Technik, Logistik, Bürgerbeteiligung, Rechtsformen und Fördervoraussetzungen informiert werden. Ein Beispiel hierfür ist das vom Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) entwickelte „Coaching Erneuerbare-Energie-Kommune“, das bereits erfolgreich umgesetzt wurde und weiterhin Kommunen auf ihrem Weg zur nachhaltigen Energieversorgung unterstützt.

8.2 Netzwerkaufbau und strategische Partnerschaften

Netzwerke und strategische Partnerschaften sind essenziell für eine erfolgreiche Kommunikationsstrategie. Durch die Einbindung regionaler Partner lassen sich gegenseitige Vorteile („Win-win-Effekte“) erzielen. Solche Partnerschaften können mit verschiedenen Akteuren aufgebaut werden, wie z.B.:

- Vereine und Verbände
- Regionale Medien
- Unternehmen aus Handel, Gewerbe und Industrie

Durch Partnerschaften wird gewährleistet, dass Informationen bei den Bürgern ankommen. Zur Erhöhung der Reichweite und aus Bewerbungszwecken sollten diese Beiträge auch in die Internetpräsenz der Kommune und die Social Media-Netzwerke integriert werden.

8.3 Kommunikationskampagne

Verschiedene Kommunikationsinstrumente haben unterschiedliche Auswirkungen und verfolgen verschiedene Kommunikationsziele. So gibt es Maßnahmen mit dem Ziel der Sensibilisierung, andere Instrumente dienen der Information und wieder andere der Aktivierung. Diese Werkzeuge sollten in verschiedene Kommunikationsstufen gegliedert und in einer Kommunikationskampagne umgesetzt werden.

8.4 Logo und Slogan

Für das Nahwärmenetz ist eine klare Identität entscheidend, die durch ein einprägsames Logo und gegebenenfalls einen Slogan geschaffen wird. Dies stärkt den Wiedererkennungswert bei der Zielgruppe. Eine kostengünstige Möglichkeit zur Logo- und Slogan-Entwicklung besteht in der Zusammenarbeit mit regionalen Werbeagenturen oder der Durchführung eines Bürgerwettbewerbs. In der Praxis verzichten insbesondere kleinere Kommunen häufig auf eine aufwendige Neugestaltung und passen stattdessen ein bestehendes Logo – beispielsweise das der Kommune oder einer Regionalmarke – farblich an und ergänzen es um einen passenden Slogan.

9 Verstetigungsstrategie

Die Verstetigungsstrategie in der kommunalen Wärmeplanung beschreibt Maßnahmen, um sicherzustellen, dass die Wärmeplanung langfristig wirksam bleibt und kontinuierlich an neue technologische, gesetzliche und gesellschaftliche Entwicklungen angepasst wird. Sie ist essenziell, um die Wärmewende nachhaltig umzusetzen.

Elemente einer Verstetigungsstrategie in der kommunalen Wärmeplanung:

Institutionelle Verankerung:
<ul style="list-style-type: none"> • Einrichtung eines verantwortlichen Gremiums oder einer Koordinationsstelle in der Kommune. • Regelmäßige Berichterstattung an Verwaltung und Politik. • Integration der Wärmeplanung in bestehende Stadtentwicklungs- und Klimaschutzkonzepte.
Regelmäßige Fortschreibung und Evaluierung:
<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung von Aktualisierungszyklen (z. B. alle 5 Jahre). • Monitoring von Zielerreichung und Wirksamkeit der Maßnahmen. • Anpassung an neue gesetzliche Anforderungen, wie das Gebäudeenergiegesetz (GEG) oder das Wärmeplanungsgesetz.
Finanzierung und Fördermittel:
<ul style="list-style-type: none"> • Langfristige Sicherstellung der finanziellen Ressourcen für die Umsetzung und Fortschreibung der Wärmeplanung. • Nutzung staatlicher Förderprogramme (z. B. KfW, BAFA, Landesförderungen). • Kooperation mit Energieversorgern und privaten Investoren.
Bürgerbeteiligung und Transparenz:
<ul style="list-style-type: none"> • Kontinuierliche Information und Einbindung der Öffentlichkeit. • Partizipative Formate wie Bürgerforen, Online-Plattformen oder Workshops. • Förderung von Akzeptanz und Identifikation der Bevölkerung mit der kommunalen Wärmeplanung.
Technologische und wirtschaftliche Flexibilität:
<ul style="list-style-type: none"> • Offene Strategie für technologische Innovationen (z. B. Wasserstoff, Geothermie, saisonale Wärmespeicher). • Dynamische Anpassung der Planungen an Markt- und Preisentwicklungen im Energiesektor.
Verpflichtende Kooperationen:

- Zusammenarbeit mit Stadtwerken, Wohnungsbaugesellschaften und Industriepartnern.
- Regionale Vernetzung mit benachbarten Kommunen zur gemeinsamen Nutzung von Infrastruktur.

Rechtliche Absicherung:

- Integration der Wärmeplanung in Bauleitplanung und Genehmigungsprozesse.
- Nutzung von Satzungen oder kommunalen Vorgaben zur Durchsetzung von Anschluss- und Benutzungszwängen in Wärmenetzen.

Diese Strategie stellt sicher, dass die kommunale Wärmeplanung nicht nur einmalig erstellt, sondern als lebendiges Instrument genutzt wird, um die Wärmewende konsequent voranzutreiben.

9.1 Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans

§ 25 des WPG beinhaltet die Pflicht, den Wärmeplan spätestens alle fünf Jahre zu überprüfen und die Fortschritte bei der Umsetzung der ermittelten Strategien und Maßnahmen zu überwachen. Bei Bedarf ist der Wärmeplan zu überarbeiten und zu aktualisieren. Im Zuge der Fortschreibung soll für das gesamte geplante Gebiet die Entwicklung der Wärmeversorgung bis zum Zieljahr aufgezeigt werden.

Folgende Maßnahmen könnten bei der Fortschreibung umgesetzt werden:

Datenaktualisierung

- Neue Daten zu Energieverbrauch, Emissionen, Infrastruktur und Bevölkerung werden erhoben und eingearbeitet
- Änderungen in der Gebäudestruktur, Sanierungsmaßnahmen und Neubauten werden berücksichtigt.

Analyse der aktuellen Situation

- Bewertung des Fortschritts der bisherigen Maßnahmen.
- Identifikation neuer Herausforderungen oder Änderungen im Rahmen von Gesetzen, Förderungen oder Technologien.

Zielanpassung:

- Überprüfung und ggf. Anpassung der Klimaschutzziele oder Ausbauziele für erneuerbare Energien.
- Berücksichtigung neuer nationaler oder regionaler Klimaschutzzvorgaben.

Maßnahmenplanung

- Entwicklung oder Anpassung konkreter Maßnahmen zur Erreichung der Ziele (z. B. Förderung von Fernwärmeausbau, Quartierskonzepte, dezentrale Energieerzeugung).
- Priorisierung und zeitliche Planung der Maßnahmen.

Kosten- und Finanzierungsplan

- Kalkulation der Kosten der Maßnahmen und Identifikation möglicher Finanzierungsquellen.
- Einbindung von Förderprogrammen oder privaten Investitionen.

Stakeholder-Beteiligung

- Zusammenarbeit mit lokalen Akteuren wie Energieversorgern, Immobilienbesitzern und Bürgern.
- Transparente Kommunikation und Einbindung in den Planungsprozess.

Monitoring und Evaluierung

- Festlegung von Kennzahlen zur Überprüfung des Fortschritts.
- Etablierung eines regelmäßigen Berichtswesens.

10 Nationale Klimaschutzinitiative

Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative initiiert und fördert die Bundesregierung seit 2008 zahlreiche Projekte, die einen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen leisten. Ihre Programme und Projekte decken ein breites Spektrum an Klimaschutzaktivitäten ab: Von der Entwicklung langfristiger Strategien bis hin zu konkreten Hilfestellungen und investiven Fördermaßnahmen. Diese Vielfalt ist Garant für gute Ideen. Die nationale Klimaschutzinitiative trägt zu einer Verankerung des Klimaschutzes vor Ort bei. Von ihr profitieren Verbraucher ebenso wie Unternehmen, Kommunen oder Bildungseinrichtungen.