

Kommunalrichtlinie Kommunale Wärmeplanung



BCC-ENERGIE GmbH

Karlstraße 24a, 04435 Schkeuditz

Für die

Stadt Arendsee (Altmark)

Am Markt 3, 39619 Arendsee (Altmark)



Kommune:

Stadt Arendsee (Altmark)

Am Markt 3

39619 Arendsee (Altmark)

Beratungsdurchführung: 31.01.2025 – 31.12.2025

Autorenschaft:

Maximilian Gutwein

Dipl.-Ing. regenerative
Energiesysteme

BCC-Energie GmbH



Schkeuditz, 17.06.2025



Unterschrift

Gender-Hinweis

Zur besseren Lesbarkeit wird in diesem Bericht das generische Maskulinum verwendet. Die in diesem Konzept verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung KWP Arendsee (Altmark)	5
2.	Planungsinstrument	5
2.1	Planungsteam	6
2.1.1	BCC Energie GmbH	6
3.	Bestandsanalyse	7
3.1	Allgemeines zur Gemeinde	7
3.1.1	Einwohnerzahl und Prognosen	9
3.1.2	Bestehende Planungen, Konzepte, Vorschriften	9
3.2	Gebäude- und Siedlungsstruktur	15
3.2.1	Siedlungstypen	15
3.2.2	Gebäudenutzung	17
3.2.3	Baualtersklassen	18
3.3	Energieinfrastruktur	20
3.3.1	Gasnetze	20
3.3.2	Stromnetze	22
3.3.3	Abwassernetze	22
3.3.4	Wärme- und Gasspeicher	22
3.3.5	Wasserstoffinfrastruktur – Speicher, Netze und Leitungen	23
3.3.6	Beheizungsstruktur	24
3.4	Energieverbrauchs- und Energiebedarfserhebungen	26
3.4.1	Energieverbrauch	26
3.4.2	Wärmebedarf	35
3.5	Treibhausgasbilanz	38
4.	Potenzialanalyse	40
4.1	Energieeinsparungspotentiale	40
4.1.1	Freistehendes Mehrfamilienhaus um 1970	40
4.1.2	Freistehendes Einfamilienhaus um 1900	42
4.2	Restriktionsgebiete	45
4.3	Wärmesektor	48
4.3.1	Abwärme aus Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft, Abwasser und Kläranlagen	48
4.3.2	Solarthermie	59
4.3.3	Geothermie	64



4.3.4	Aquathermie	73
4.4	Stromsektor	78
4.4.1	Photovoltaik	78

1. Zusammenfassung KWP Arendsee (Altmark)

Anm. d. Red.: Die Zusammenfassung des Berichts wird am Ende der Bearbeitung an dieser Stelle eingefügt.

2. Planungsinstrument

Die rechtliche Grundlage und somit einen bundeseinheitlichen Rahmen für die Kommunale Wärmeplanung in Deutschland bildet das am 01.01.2024 in Kraft getretene „Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz – WPG)“. Darin werden die Länder und Gemeinden verpflichtet Wärmepläne für ihr jeweils gesamtes Gemeindegebiet zu erstellen oder erstellen zu lassen. Die Fristen der Fertigstellung orientieren sich an der Gemeindegröße. Kommunen mit > 100.000 Einwohnenden müssen bis zum 30.06.2026 und Gemeinden mit ≤ 100.000 Einwohnende bis zum 30.06.2028 eine kommunale Wärmeplanung vorzeigen können (WPG § 4 (2)). Gemeinden mit unter 10.000 Einwohnenden sind ermächtigt ein vereinfachtes Verfahren anzuwenden (WPG § 4 (3) und § 22).

Das Ziel der Kommunalen Wärmeplanung ist die Minimierung von Fehlinvestitionen und die Stärkung der lokalen Energieversorgung durch eine technologieoffene und langfristig gedachte Vorplanung zur Deckung zukünftiger Wärmebedarfe.

Sachsen-Anhalt hat bis dato noch kein Landesgesetz zur Kommunalen Wärmeplanung. Die Vorbereitungen dazu laufen.

Die Förderung der kommunalen Wärmeplanung erfolgt über die Kommunalrichtlinie Punkt 4.1.11 der Nationalen Klimaschutz Initiative (NKI).

2.1 Planungsteam

2.1.1 BCC Energie GmbH

BCC-ENERGIE bündelt jahrzehntelange Erfahrungen in energetischen Themen und entwickelt seit 2018 kommunale Energieeffizienz-Netzwerke (www.keen-verbund.de) als kommunale Plattform zur Projektentwicklung für eine „Wärmewende“ mit dem Ziel der Treibhausgas-Neutralität. Fast 70 Kommunen sind an dieser Initiative beteiligt.

In zahlreichen Projekten wurden im Rahmen der kommunalen Stadtsanierung (KfW), Potenzialstudien (KRL), Klimaschutzmodellprojekten (BMU), BEW – Bundesförderung Effiziente Wärmenetze (BAFA) Lösungsszenarien und förderfähige Projektvorhaben für die Umsetzung vorbereitet und begleitet.

Als technisches Modell setzen BCC-ENERGIE und seine Partner eine georeferenzierte Netzplanung ein, die flexibel auf unterschiedliche Kommunal-Anforderungen und Entwicklungsstände bei Quartiers- und Wärmenetz-Lösungen Anwendung findet.

Das Team von BCC-ENERGIE verbindet ingenieurtechnisches Knowhow mit den technischen Mindestanforderungen der Förderprogramme des Bundes und der Länder. Als akkreditierte Energieeffizienz-Experten, Sachkundige bei BLE (Bundesamt Landwirtschaft und Ernährung), KomEms (Kommunales Energiemanagement), BSKO (Bilanzierungs-Systematik Kommunal), als Umweltgutachter und Sachkundige in Landesprogrammen begleitet BCC-ENERGIE Kommunen und beteiligte Akteure als „Bauherrenvertretung“ bei Projektentwicklung, Umsetzung und Abschluss der Vorhaben.

3. Bestandsanalyse

3.1 Allgemeines zur Gemeinde

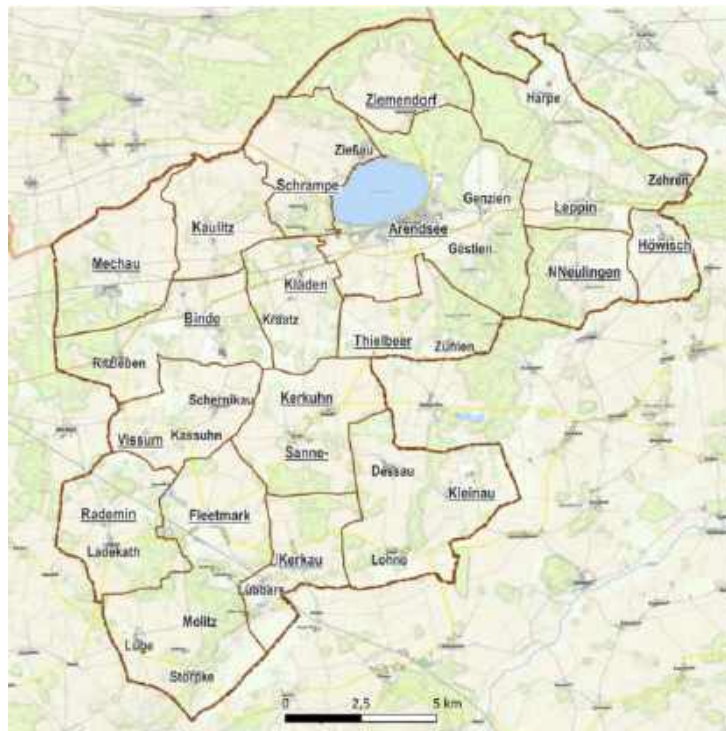


Abbildung 1 | Lage der Einheits-Gemeinde Arendsee (Altmark) in Sachsen-Anhalt mit Ortsteilen¹

Lage, Struktur und Gebietsdaten der Stadt Arendsee (Altmark)

Die Stadt Arendsee (Altmark) befindet sich im Norden des Bundeslandes Sachsen-Anhalt an der Landesgrenze zu Niedersachsen (s. Abbildung 1), nur wenige Kilometer vom Wendland in Niedersachsen und der Prignitz in Brandenburg entfernt. Die Kernstadt liegt idyllisch am Südufer des Arendsees – dem größten und tiefsten natürlichen See in Sachsen-Anhalt. Arendsee (Altmark) ist eine Einheitsgemeinde im Altmarkkreis Salzwedel, der im Zuge der Kreisgebietsreform im Jahr 1994 gebildet wurde. Die Stadt ist außerdem ein staatlich anerkannter Luftkurort.

Arendsee (Altmark) erstreckt sich über eine Fläche von rund 269,68 km² und gehört damit zu den flächengrößeren Gemeinden Sachsens-Anhalts. Zum Stichtag 31.12.2023 hatte Arendsee (Altmark) rund 6.600 Einwohner, was einer vergleichsweise niedrigen Bevölkerungsdichte entspricht.

Die Stadt Arendsee (Altmark) besteht aus insgesamt 17 Ortschaften mit insgesamt 35 Ortsteilen:

Arendsee, Binde, Dessau, Fleetmark, Genzien, Gestien, Harpe, Höwisch, Kassuhn, Kaulitz, Kerkau, Kerkuhn, Kläden, Kleinau, Kraatz, Ladekath, Leppin, Löhne, Lubbars, Lüge, Mechau, Moltz, Neulingen, Rademin, Ritzleben, Sanne, Schernikau, Schrampe, Störpke, Thielbeer, Vissum, Zehren, Ziemendorf, Ziebau, Zühlen.

Gebietsgrenzen

¹ BgH Geo Group auf Basis OSM Stand 2.1.1 (SLK 2024 Arendsee)

Mit ihrer Lage im Nordosten des Altmarkkreises grenzt die Stadt Arendsee (Altmark)

- im Westen an die Hansestadt Salzwedel (zugleich Kreisstadt des Landkreises),
- im Süden an die Stadt Kalbe (Milde), ebenfalls im Altmarkkreis Salzwedel,
- im Osten an die Gemeinden Altmärkische Höhe und Zehrental, die zur Verbandsgemeinde Seehausen (Altmark) im Landkreis Stendal gehören,
- im Norden an die niedersächsischen Gemeinden Lemgow und Prezelle sowie an das gemeindefreie Gebiet Gartow im Landkreis Lüchow-Dannenberg.

Bedeutung und Charakteristik

Durch ihre Lage am gleichnamigen See besitzt die Stadt Arendsee (Altmark) touristische Bedeutung. Der Ort ist zudem geprägt durch ländliche Strukturen, land- und forstwirtschaftliche Nutzung sowie eine dezentrale Siedlungsstruktur mit mehreren Ortsteilen. Die Einheitsgemeinde ist Trägerin zahlreicher kommunaler Aufgaben, darunter die Daseinsvorsorge, Ortsentwicklung und Verwaltung.

Der Arendsee ist ein fast vollständig erklärtes Fauna-Flora-Habitat-Gebiet (FFH-Gebiet) und gilt damit als ein europäisches Schutzgebiet, das nach der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union ausgewiesen wird.

Die Stadt Arendsee (Altmark) ist über ein gut ausgebautes Netz von Landes- und Kreisstraßen erreichbar. Die wichtigsten Verbindungen stellen die Landesstraße L1 (Richtung Salzwedel und Seehausen) sowie die L5 (Richtung Kalbe (Milde) und weiterführend nach Gardelegen) dar. Die nächstgelegenen Bundesstraßen sind die B190 (über Seehausen) und die B248 (über Salzwedel). Die nächstgelegenen Autobahnanschlüsse befinden sich an der A14 (Magdeburg – Schwerin) bei Stendal bzw. an der A39 bei Wolfsburg, jeweils rund 60–70 km entfernt.

Die heutige Einheitsgemeinde Stadt Arendsee (Altmark) wurde am 1. Januar 2010 im Zuge der Gemeindegebietsreform in Sachsen-Anhalt gegründet.

REGIONALE UND GEOGRAPHISCHE ECKDATEN

FLÄCHE	ca. 270 km ²
ORTSTEILE UND ORTSCHAFTEN	Gemeinde mit 17 Ortschaften mit insgesamt 35 Ortsteilen Arendsee (Altmark), Binde, Dessau, Fleetmark, Genzien, Gestien, Harpe, Höwisch, Kassuhn, Kaulitz, Kerkau, Kerkuhn, Kläden, Kleinau, Kraatz, Ladekath, Leppin, Lohne, Lübbars, Lüge, Mechau, Molitz, Neulingen, Rademin, Ritzleben, Sanne, Schernikau, Schrampe, Störpke, Thielbeer, Vissum, Zehren, Ziemendorf, Ziebau, Zühlen
HAUPTORT	Arendsee (Altmark) Kernstadt
NÄCHSTE STÄDTE	Seehausen (ca. 20 km), Salzwedel (ca. 25 km)
BAHNHÖFE	Seehausen und Salzwedel, kein direkter Bahnhof in Arendsee (Altmark)

3.1.1 Einwohnerzahl und Prognosen

Datenquellen:

Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt

(Genesis-Online © Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, Halle (Saale), 2024; Fortschreibung des Bevölkerungsstandes)

IGEK Arendsee (Altmark) 2024

(Integriertes gemeindliches Entwicklungskonzept (IGEK), 2024)

Mit Stand 31.12.2024 lebten im gesamten Gemeindegebiet Arendsee (Altmark) 6.232 Einwohner (Genesis-Online © Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, Halle (Saale), 2024).

Die Stadt Arendsee (Altmark) verzeichnet langfristig einen rückläufigen Bevölkerungstrend, zeigt jedoch in jüngerer Vergangenheit auch positive Entwicklungen. Im Zeitraum von 2001 bis 2023 sank die Einwohnerzahl insgesamt um rund 13 %. Besonders stark war der Rückgang zwischen 2001 und 2011. Laut Zensus 2011 lebten 6.486 Menschen in Arendsee (Altmark), im Zensus 2022 waren es 6.321.

Eine differenzierte Betrachtung der letzten Dekade, wie sie im Integrierten Gemeindeentwicklungskonzept (IGEK) 2024 vorgenommen wird, ergibt ein differenziertes Bild: Demnach betrug der Rückgang der Einwohnerzahl zwischen 2011 und 2021 insgesamt 6,57 %. Dabei zeigt sich ein deutlicher Rückgang von 7,66 % zwischen 2011 und 2017, dem jedoch ein leichter Anstieg von 1,02 % im Zeitraum 2017 bis 2021 gegenübersteht. Somit deutet sich in den letzten Jahren eine gewisse Stabilisierung der Bevölkerungsentwicklung an.

Im Vergleich zum Altmarkkreis Salzwedel steht die Stadt Arendsee (Altmark) damit im gesamten Zeitraum von 2011 bis 2021 leicht besser da und weist im Vierjahreszeitraum 2017 bis 2021 sogar eine signifikant günstigere Entwicklung auf als der Landkreis insgesamt, der weiterhin sinkende Bevölkerungszahlen verzeichnet. Auch im Vergleich zum Land Sachsen-Anhalt, das zwischen 2015 und 2024 einen Bevölkerungsrückgang von rund 5 % verzeichnete, fällt der jüngste positive Trend in Arendsee (Altmark) auf.

3.1.2 Bestehende Planungen, Konzepte, Vorschriften

Datenquellen:

Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt

(Genesis-Online © Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, Halle (Saale), 2024; Fortschreibung des Bevölkerungsstandes)

IGEK Arendsee (Altmark) 2024

(Integriertes gemeindliches Entwicklungskonzept (IGEK), 2024)

Landesportal Sachsen-Anhalt

(Ministerium für Infrastruktur und Digitales, 2025)

Regionaler Entwicklungsplan für die Planungsregion Altmark [2027]

(REP Altmark, Regionale Planungsgemeinschaft Altmark, 2024)

Gesamträumliches Konzept zu Photovoltaikfreiflächenstandorten der Einheitsgemeinde Arendsee (Altmark)

(Konzept Standortfindung Freiflächenphotovoltaikanlage, 2023)

LANDESENTWICKLUNGSPLAN SACHSEN-ANHALT

Der aktuell gültige Landesentwicklungsplan Sachsen-Anhalt von 2010 befindet sich derzeit in Stufe 3 der Neuaufstellung. Der neue Landesentwicklungsplan soll zum Ende der Legislaturperiode 2026 vorliegen. Die Stadt Arendsee (Altmark) gehört dem Verdichtungsraum „Magdeburg umgebender Raum“ an und „verfügt aufgrund der Nähe zum Verdichtungsraum und insbesondere zum Oberzentrum über Standortvorteile“.

REGIONALER ENTWICKLUNGSPLAN FÜR DIE PLANUNGSREGION ALTMARK

Die Stadt Arendsee (Altmark) liegt in der Planungsregion Altmark, einer von fünf Planungsregionen in Sachsen-Anhalt. Diese umfasst die beiden Landkreise Altmarkkreis Salzwedel und Stendal. Zuständig für die regionale Entwicklung ist die Regionale Planungsgemeinschaft Altmark, die den Regionalen Entwicklungsplan (REP) erstellt und fortschreibt.

Regionale Entwicklungsziele der Planungsregion Altmark

Laut dem Entwurf des Regionalen Entwicklungsplans Altmark 2027 sowie der Regionalen Entwicklungsstrategie Altmark liegen die regionalplanerischen Schwerpunkte auf folgenden Handlungsfeldern:

- **Erhalt und Entwicklung der Natur- und Kulturlandschaft**

Die Altmark ist geprägt durch großflächige, naturnahe Landschaften mit extensiver landwirtschaftlicher Nutzung, Heideflächen und Feuchtgebieten. Diese sollen langfristig gesichert und durch Maßnahmen wie Biotopverbundsysteme weiterentwickelt werden.

- **Förderung des Tourismus, insbesondere des Natur- und Landtourismus**

Die Region setzt auf nachhaltige touristische Angebote wie Rad-, Reit- und Wassertourismus. Städte wie Arendsee (Altmark) profitieren von regionalen Themenrouten wie dem Blauen Band, der Straße der Romanik und den Gartenträumen.

- **Sicherung der Daseinsvorsorge trotz demografischer Herausforderungen**

Die Regionalplanung zielt auf die flächendeckende Versorgung der Bevölkerung mit grundlegenden Infrastrukturen ab – darunter ÖPNV, medizinische Versorgung, Bildungseinrichtungen und Nahversorgung.

- **Ausbau erneuerbarer Energien**

Die Region fördert die Nutzung erneuerbarer Energien, insbesondere Windkraft und Bioenergie. Im Regionalen Entwicklungsplan sind entsprechende Vorranggebiete ausgewiesen, um die Energieversorgung zukunftsfähig zu gestalten.

- **Verknüpfung von Energie- und Gewerbeentwicklung**

Durch die gezielte Verbindung von Industrie- und Windvorrangflächen sollen wirtschaftliche Impulse gesetzt und regionale Wertschöpfung gestärkt werden.

Diese Ziele bilden den strategischen Rahmen für die Entwicklung der Region Altmark. Die Stadt Arendsee (Altmark) ist als Teil dieser Planungsregion in die übergeordneten Entwicklungsprozesse eingebunden, insbesondere im Bereich Tourismus, Energie, Infrastruktur und ländliche Daseinsvorsorge.

FLÄCHENNUTZUNGSPLAN

Die Stadt Arendsee (Altmark) verfügt über einen digitalen Flächennutzungsplan (FNP), für das Stadtgebiet einschließlich der Ortschaften Genzien und Gestien sowie über 7 Teilflächennutzungspläne für weitere Ortschaften. Die verbleibenden 8 Ortschaften sind bislang nicht durch einen Flächennutzungsplan abgedeckt. Als vorbereitender Bauleitplan stellt der Flächennutzungsplan die beabsichtigte städtebauliche Entwicklung sowie die geplante Bodennutzung dar. Er gliedert insbesondere Flächen für Wohnen, Gewerbe, Landwirtschaft, Erholung, Grünflächen und technische Infrastruktur. Die Stadt Arendsee (Altmark) verfügt derzeit noch nicht über einen einheitlichen Flächennutzungsplan für die Einheitsgemeinde.

Zudem sieht der FNP sogenannte Sperrgebiete vor. In bestimmten Bereichen, etwa im Umfeld von Kurkliniken oder ehemaligen Hotelstandorten, ist eine dauerhafte Wohnnutzung ausgeschlossen. Stattdessen ist dort lediglich eine Nutzung für Ferienhäuser oder Wochenendhäuser vorgesehen.

Auch innerhalb bestehender Ortschaften legt der FNP verbindlich fest, welche Flächen als Bauflächen oder als landwirtschaftlich genutzte beziehungsweise grüne Flächen vorgesehen sind. Dies hat direkte Auswirkungen auf Bauanträge und Nutzungsänderungen – Flächen, die nicht als Bauland ausgewiesen sind, können in der Regel nicht bebaut werden.

Der FNP schafft somit die Grundlage für eine geordnete und nachhaltige städtebauliche Entwicklung in Arendsee (Altmark). Er wird durch Bebauungspläne auf Ortsteilebene konkretisiert und durch moderne digitale Systeme unterstützt, die eine effiziente Flächennutzung und Leerstandserfassung ermöglichen.

INTEGRIERTES GEMEINDLICHES ENTWICKLUNGSKONZEPT (IGEK)

Die Stadt Arendsee (Altmark) verfügt über ein Integriertes Gemeindliches Entwicklungskonzept (IGEK), das im Februar 2024 vom Stadtrat beschlossen wurde. Es dient als strategische Grundlage für die künftige Entwicklung der gesamten Einheitsgemeinde mit ihren 17 Ortschaften mit insgesamt 35 Ortsteilen.

Das IG EK analysiert die aktuellen Herausforderungen im Gemeindegebiet und entwickelt darauf aufbauend konkrete Handlungsansätze. Ziel ist es, den langfristigen Erhalt der Lebensqualität in allen Ortsteilen zu sichern, dem demografischen Wandel zu begegnen und wirtschaftliche sowie infrastrukturelle Entwicklungspotenziale gezielt zu nutzen.

Zentrale Handlungsfelder des Konzepts sind unter anderem:

- die Stärkung sozialer Strukturen und der Daseinsvorsorge,
- die Förderung von Tourismus und Wirtschaft,
- die Mobilitätsentwicklung im ländlichen Raum,
- der Umgang mit Leerständen und Flächenmanagement sowie
- die Anpassung an den Klimawandel.

Das IG EK wurde unter aktiver Beteiligung der Bevölkerung, lokaler Akteure, Vereine und der Verwaltung erarbeitet. Es bildet die Grundlage für kommunale Entscheidungen, Fördermittelbeantragungen und planerische Entwicklungen in den kommenden Jahren. Mit dem IG EK verfolgt die Stadt Arendsee (Altmark) das Ziel, eine ausgewogene und zukunftsfähige Entwicklung für Kernstadt und Ortsteile gleichermaßen sicherzustellen.

ÖRTLICHE BAULEITPLANUNG

Die Stadt Arendsee (Altmark) ist für die Bauleitplanung im Gemeindegebiet zuständig. Grundlage bildet der Flächennutzungsplan der Stadt Arendsee (Altmark) mit den Orten Gestien und Genzien, der im Jahr 1992 beschlossen wurde. Dieser dient als vorbereitender Bauleitplan und stellt die beabsichtigte Nutzung der Grundstücke dar.

Die Stadt Arendsee (Altmark) stellt sämtliche Bebauungspläne, Teilflächennutzungspläne, übergeordnete Konzepte sowie die Flächennutzungspläne für die Ortsteile Gestien und Genzien digital auf ihrer städtischen Homepage zur Verfügung. Die Digitalisierung und Veröffentlichung der Planunterlagen wurden im Rahmen eines geförderten Konzeptes realisiert. Die Umsetzung erfolgt aus Mitteln des Landesprogramms „Demografie-Wandel gestalten“ des Landes Sachsen-Anhalt.

Damit sind die Planwerke für Bürgerinnen und Bürger sowie Planungsbeteiligungen frei zugänglich.

Ein Auszug der digitalen Karte mit Standorten aller aktuellen Bebauungspläne ist in Abb. 2 dargestellt.

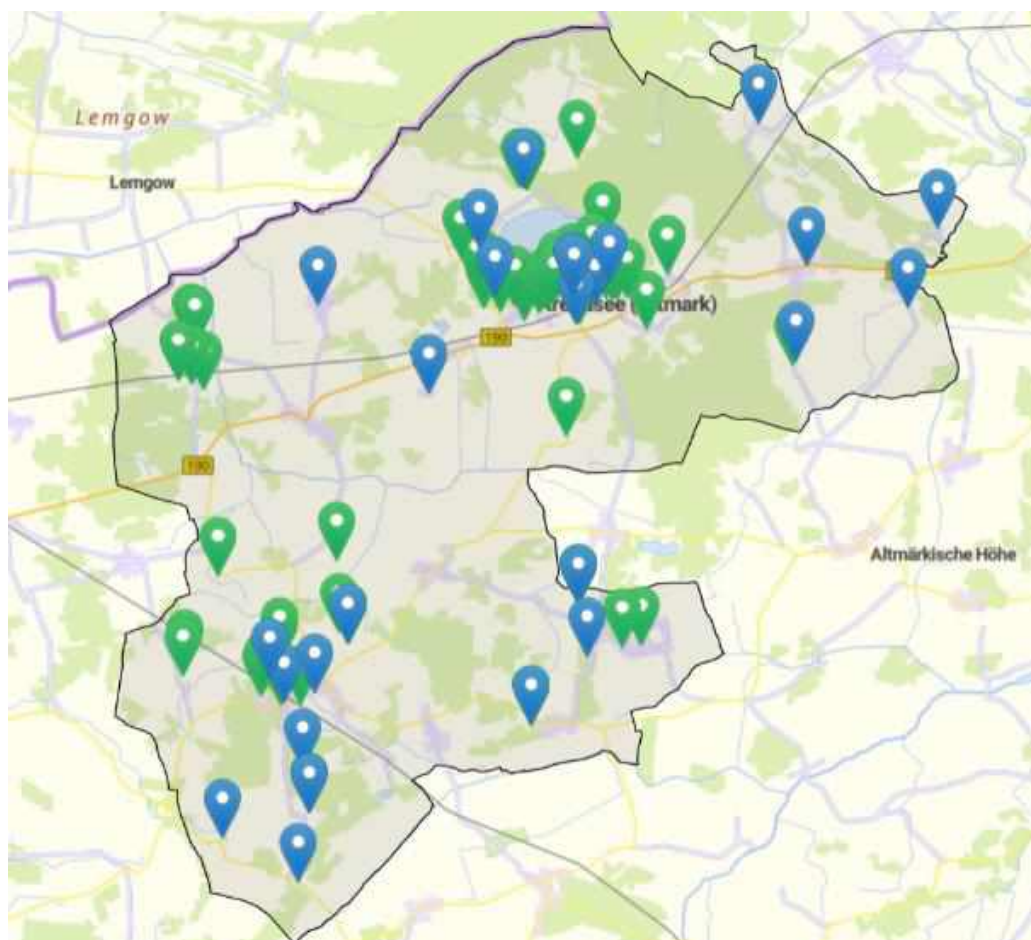


Abbildung 2: Das Gemeindegebiet der Stadt Arendsee (Altmark) inklusive ihrer 17 Ortschaften, sowie mit Pins markierte Standorte der aktuellen Bebauungspläne

ENERGIEKONZEPT 2030 DER LANDESREGIERUNG SACHSEN-ANHALT

Das 2014 erstellte Energiekonzept der Landesregierung hat die Energiewende zum Ziel. Die damals formulierten Ziele liegen inzwischen unter den aktuellen Zielen der Bundesregierung für den Ausbau Erneuerbare Energien. Allerdings lag der Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromproduktion in Sachsen-Anhalt bereits damals über dem Bundesdurchschnitt.

Das Konzept betont die Notwendigkeit, den Netzausbau voranzubringen und die energierelevanten Sektoren Wärme und Verkehr stärker in den Fokus zu rücken. Daraus hervor geht die Studie „Potenziale zur Reduktion des Endenergieverbrauchs in Sachsen-Anhalt“.

STUDIE „POTENZIALE ZUR REDUKTION DES ENDENERGIEVERBRAUCHS IN SACHSEN-ANHALT“

Die Studie kommt zu dem Schluss, dass der Endenergieverbrauch in Sachsen-Anhalt durch die wirtschaftliche Entwicklung in den letzten Jahren angestiegen ist. Das größte Effizienzpotenzial wird der energetischen Gebäudesanierung zugeschrieben, sowohl bei den privaten Haushalten als auch bei Industrie und Gewerbe.

KLIMA- UND ENERGIEKONZEPT SACHSEN-ANHALT (KEK)

Ein Ziel des Koalitionsvertrages Sachsen-Anhalt 2016–2021 war die Reduktion der Treibhausgasemissionen auf 31,3 Mio. t CO₂-äq im Jahr 2020. Dafür nötige Maßnahmen wurden im vorliegenden Klima- und Energiekonzept erarbeitet. Den Handlungsfeldern Energie, Verkehr, Landwirtschaft/Landnutzung/Forst/Ernährung, Industrie/Wirtschaft und Gebäude wurden Maßnahmen und Instrumente zur Steigerung der Energieeffizienz und der Minderung der Treibhausgasemissionen zugeordnet. Besonders hohe Einsparungen werden in den Sektoren Gebäude und Landwirtschaft ausgewiesen. Die Verantwortung für die Umsetzung liegt hauptsächlich bei den Ministerien der Länder.

Die lokale Stromerzeugung in Sachsen-Anhalt besteht bereits zu über 60 % aus Erneuerbaren Energien (Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, 2022). Die Wärmebereitstellung hingegen besteht im privaten Gebäudesektor zu über 75 % aus Erdgas und Heizöl (Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Deutschland, 2024). Hinzu kommt der hohe Bedarf an Prozesswärme in der Chemieindustrie. Die Deckung des Wärmebedarfs aus Erneuerbaren Energien und die Steigerung der Energieeffizienz sind zwei zentrale Bausteine bei der Erreichung der Klimaschutzziele.

Im Jahr 2022 veröffentlichte das Land einen Statusbericht zur Umsetzung und Monitoring des KEK Sachsen-Anhalt. Der Bericht zeigt eine Minderung der Treibhausgasemissionen um mehr als 5,3 % gegenüber dem Jahr 2021, was jedoch hauptsächlich durch den Ukraine-Russland-Krieg und den damit verbundenen Anstieg der Energiepreise erklärt wird. Daher unterstreicht der Bericht, dass „weitere Anstrengungen erforderlich sind, um die ehrgeizigen Ziele zu erreichen“.

GESAMTRÄUMLICHES KONZEPT FÜR PHOTOVOLTAIK-FREIFLÄCHENANLAGEN

Die Stadt Arendsee (Altmark) hat ein Gesamträumliches Konzept zur Steuerung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen entwickelt, das als verbindlicher Orientierungsrahmen für künftige Planungen dient. Ziel ist es, die Ansiedlung solcher Anlagen geordnet zu steuern, sensible Landschaftsräume zu schützen und eine ausgewogene Flächennutzung im Außenbereich zu gewährleisten.

Im Rahmen des Konzepts wurden – zusätzlich zu bereits vorhandenen und in Aufstellung befindlichen Projekten – weitere Flächenausweisungen mit einem Umfang von 348,1 Hektar vorgesehen. Aktuell sind laut Konzept mindestens ca. 85 ha Fläche mit bereits aufgestellter oder konkret in Aufstellung

befindlicher Projekte belegt – die tatsächliche belegte Fläche liegt aber etwas höher, da die Bestands- und konkret beschlossenen Projekte in der Kernstadt Arendsee (Altmark) selbst nicht vollständig in Hektar ausgewiesen sind.

Diese rund 85+ Hektar kommen zu den neu ausgewiesenen Flächen von 348,1 ha hinzu, die im gesamträumlichen Konzept für die künftige Nutzung vorgesehen sind. Das bedeutet, dass die Gesamtstrategie eine erhebliche Ausweitung der PV-Nutzung vorsieht, allerdings unter Einhaltung örtlicher Ausschlusskriterien und mit Blick auf Konfliktpotenziale (z. B. Tourismus, Windkraftvorranggebiete, Sichtbeziehungen, Bodenwert). Bezogen auf die landwirtschaftlich nutzbare Gesamtfläche im Gemeindegebiet (13.835 Hektar) entspricht dies einem Anteil von 2,5 %. Damit wird die Entwicklung von PV-Freiflächenanlagen bewusst begrenzt und in festgelegte Potenzialräume gelenkt.

Das Konzept definiert unter anderem:

- Tabuflächen, etwa in Natur- und Landschaftsschutzgebieten, rund um den Arendsee (Altmark) sowie in Vorrangflächen für Landwirtschaft.
- Geeignete Bereiche, z.B. entlang bestehender Infrastrukturen (Bahntrassen), auf ertragsschwächeren Ackerflächen oder in ausgewählten Siedlungsrandlagen.
- Eine klare Planungsperspektive, die sowohl ökologische, landwirtschaftliche als auch wirtschaftliche Interessen berücksichtigt.

Ein weiterer wichtiger Punkt des Konzepts ist die gemeinsame Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen und Freiflächen-Photovoltaik, die unter dem Stichwort „Agri-PV“ zusammengefasst wird. Diese zukunftsweisende Flächennutzung vereint die Vorteile der Bereitstellung erneuerbarer Energien und die landwirtschaftliche Nutzung, wobei der Ertrag der landwirtschaftlichen Flächen nur bis auf max. 66% des Referenzertrags ohne Agri-PV reduziert werden darf.

Die Umsetzung der geplanten Solarprojekte soll in enger Abstimmung mit der Bauleitplanung erfolgen. Das Konzept dient als Grundlage für die weitere Entwicklung und Priorisierung konkreter Vorhaben im Gemeindegebiet.

3.2 Gebäude- und Siedlungsstruktur

3.2.1 Siedlungstypen

Datenquellen:

Digitales Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM) – WFS (Version 2.0)

(Land Sachsen-Anhalt; © 2024 Geodatenportal Sachsen-Anhalt; © GeoBasis-DE / LVermGeo ST)

Stadttraumtypen und Siedlungstypen nach Everding 2007

Everding, Dagmar (2007): Solarer Städtebau. Kohlhammer

Eigene Erhebung

Die Einteilung des Gemeindegebietes orientiert sich an der Flächennutzung. Ein Großteil der Flächen im Gemeindegebiet (ca. 63 %) ist landwirtschaftlich geprägt (Tabelle 1). Die Tatsache, dass Sachsen-Anhalt zu den waldärmeren Bundesländern zählt, zeigt sich nicht in der der Stadt Arendsee (Altmark) – ca. 30 % der Gemeindefläche sind Wald- oder Gehölzflächen. Etwa 4,2 % der Gemeinde sind bebaute Wohn- oder Industrie- und Gewerbeflächen.

Tabelle 1: Anteile der Flächennutzung bezogen auf das Gemeindegebiet Arendsee (Altmark).

FLÄCHENNUTZUNG	FLÄCHE IN HA	%
SIEDLUNGSFLÄCHE	1.140,31	4,17%
WALD-, GEHÖLZ- UND HEIDEFLÄCHEN	8.427,22	30,78%
GEWÄSSER	524,36	1,92%
VERKEHRSFLÄCHE, DEPONIE, HALDE, PLATZ	20,67	0,08%
LANDWIRTSCHAFT UND GARTENBAU	17.262,70	63,06%

Die Wohnflächen wurden noch weiter hinsichtlich der Bebauungsstruktur unterteilt (Tabelle 2). Die Ortsteile weisen überwiegend eine dörfliche und kleinteilige Struktur auf. Diese wird durch alte Dorfkerne und eine lockere Bebauung mit ehemaligen Gehöften charakterisiert. Daneben finden sich viele Ein- oder Zweifamilienhausgebiete mit unterschiedlichen Baualtersklassen und Bauweisen. Mehrfamilienhäuser sind vereinzelt in den Ortschaften zu finden. Eine Besonderheit ist der zentral in der Gemeinde gelegene gleichnamige „Arendsee“, der als zentraler Ort der Kommune anzusehen ist.

Tabelle 2: Siedlungstypen und Merkmale der Ortsteile.

ORTSTEIL	SIEDLUNGSTYPEN UND MERKMAL E
ARENDESEE (KERNSTADT) MIT GENZIEN UND GESTIEN	Dörfliche und kleinteilige Struktur Historischer Stadtkern mit Reihenbebauung Marktplatz im Stadtkern See direkt ans Stadtgebiet angrenzend Industrie- und Gewerbeflächen im Osten

	Klinik im Westen Naherholungs- und Tourismusflächen angrenzend um den gesamten See, insbesondere nordöstlich der Kernstadt
BINDE MIT RITZLEBEN	Dörfliche und kleinteilige Struktur
FLEETMARK MIT LÜGE, MOLITZ UND STÖRPKE	Dörfliche und kleinteilige Struktur
HÖWISCH	Dörfliche und kleinteilige Struktur
KAULITZ	Dörfliche und kleinteilige Struktur
KERKAU MIT LÜBBARS	Dörfliche und kleinteilige Struktur
KLÄDEN MIT KRAATZ	Dörfliche und kleinteilige Struktur
KLEINAU MIT DESSAU UND LOHNE	Dörfliche und kleinteilige Struktur Industrie- und Gewerbeflächen im Westen
LEPPIN MIT HARPE UND ZEHREN	Dörfliche und kleinteilige Struktur
MECHAU	Dörfliche und kleinteilige Struktur Industrie- und Gewerbeflächen im Süden
NEULINGEN	Dörfliche und kleinteilige Struktur
RADEMIN	Dörfliche und kleinteilige Struktur
SANNE-KERKUHN	Dörfliche und kleinteilige Struktur
SCHRAMPE MIT ZIEBAU	Dörfliche und kleinteilige Struktur Naherholungs- und Tourismusflächen angrenzend an den See
THIELBEER MIT ZÜHLEN	Dörfliche und kleinteilige Struktur
VISSUM MIT KASSUHN UND SCHERNIKAU	Dörfliche und kleinteilige Struktur
ZIEMENDORF	Dörfliche und kleinteilige Struktur

Neben der Einteilung der Ortschaften in gröbere Siedlungstypen, wurde die Gemeinde zudem anhand von Geodaten eine Darstellung über die verschiedenen Flächennutzungen erstellt. Diese ist nachfolgend abgebildet.

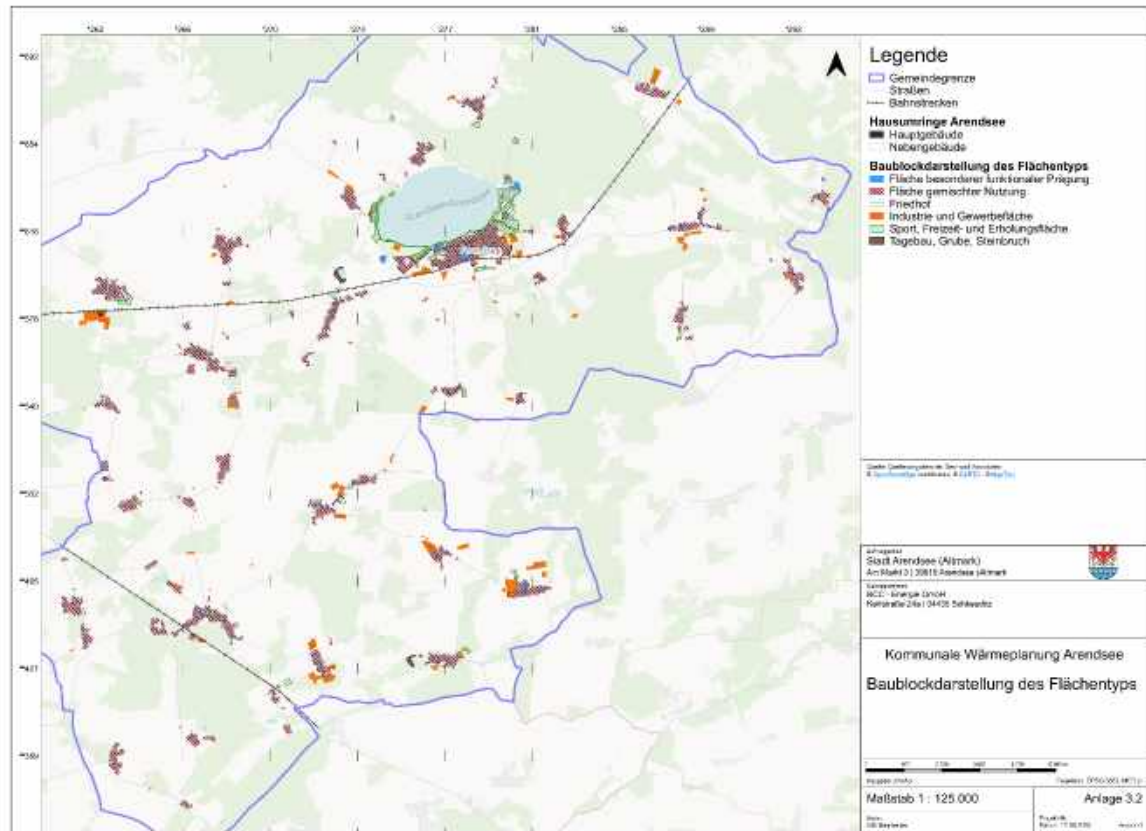


Abbildung 3: Finteilung des Siedlungsgebietes nach dem Flächennutzungstyp

3.2.2 Gebäudenutzung

Datenquellen:

Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®)

(Land Sachsen-Anhalt, © 2024 Geodatenportal Sachsen-Anhalt)

3D-Gebäudemodelle LoD2 Deutschland (LoD2-DE)

(Land Sachsen-Anhalt, © 2024 Geodatenportal Sachsen-Anhalt)

Die Informationen über die Gebäude der Gemeinde stammen aus dem amtlichen Liegenschaftskataster (ALKIS). Das Attribut „Gebäudefunktion“ (GFK) wird genutzt, um die Gebäude nach Nutzung aufzuteilen. Von den insgesamt 9.007 Gebäuden sind 3.246 Gebäude genau verortbar – haben also eine Adresse. Die restlichen Gebäude ohne Adresse sind oftmals eine Art Anbau oder Garagen. Der Großteil der Gebäude mit Adresse (ca. 92 %) wird als Wohngebäude genutzt. Die anderen Gebäude werden hauptsächlich für Gewerbezwecke genutzt (Tabelle 3). Manchen Gebäuden konnte zudem kein Sektor zugewiesen werden, da hier die Ausgangsdaten des Liegenschaftskatasters nicht aussagekräftig waren.

Tabelle 3: Gebäudenutzung – Finteilung nach Sektoren nach KWW-I Leitfa den

	HAUSHALT \ WOHNGEBÄUDE	GEWERBE, HANDEL, UND DIENSTLEISTUNGEN	INDUSTRIE	SONSTIGE
GESAMT	2.987	259	0	0

%	92,02	7,98	0	0
---	-------	------	---	---

Neben der Aufschlüsselung in der obenstehenden Tabelle ist nachfolgend auch die Einteilung der Baublöcke je überwiegendem Gebäudesektor vorgenommen worden.

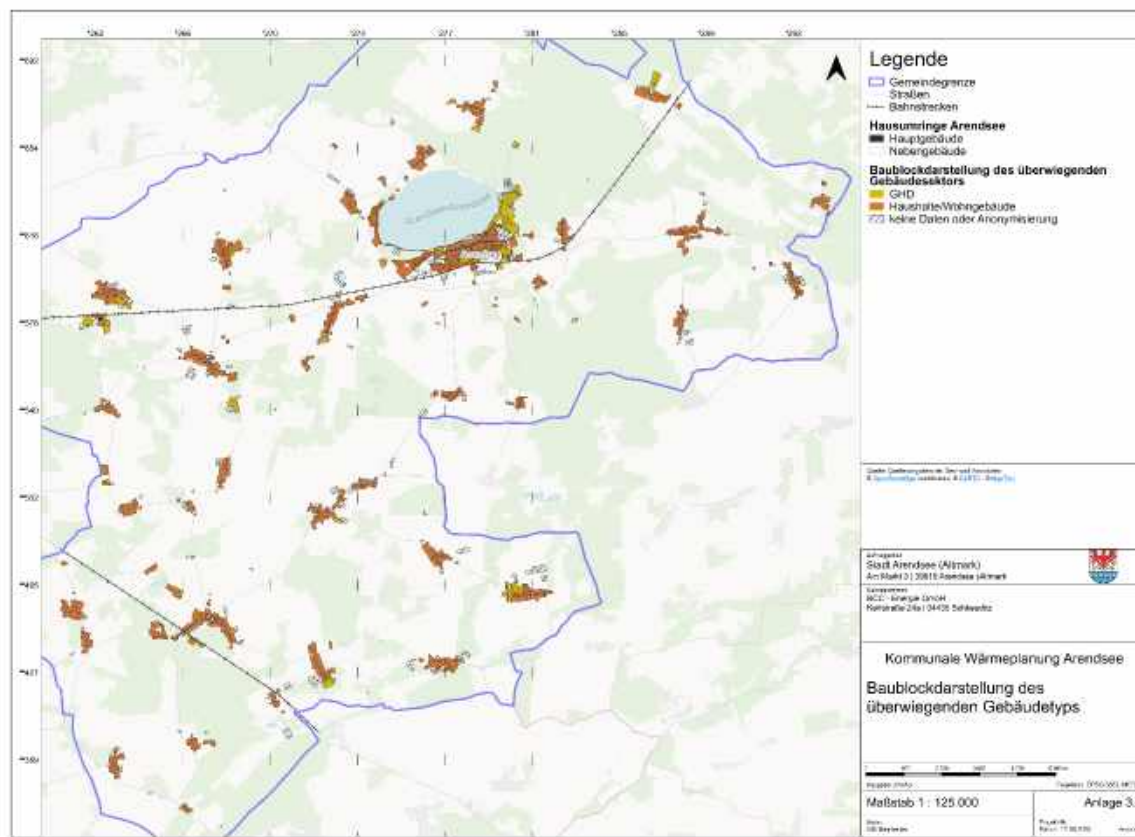


Abbildung 3: Einteilung des Siedlungsgebietes nach dem überwiegenden Gebäudesektor

3.2.3 Baualtersklassen

Datenquellen:

Zensus 2022 – Gebäude und Wohnungen
(© Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2024)

Die Grundlage für die Baualtersklasse bildet der Zensus 2022. Die Auswertung auf Gemeindeebene (sogenannte Regionaltabelle) zeigt die Stadt Arendsee (Altmark) folgende Ergebnisse:

Tabelle 4: Baualtersklassen Gebäude

VOR 1919	1919 – 1949	1950 – 1959	1960 – 1969	1970 – 1979	1980 – 1989	1990 – 1999	2000 – 2009	2010 – 2015	NACH 2016
32,1%	18,5%	7,1%	4,7%	8,5%	6,2%	12,0%	5,8%	1,9%	3,4%

Die Verteilung der Baualtersklassen zeigt, dass der Großteil der Wohngebäude vor dem Jahr 2000 erbaut wurde (Tabelle 4). Etwa die Hälfte der Wohngebäude ist vor 1949 erbaut und insgesamt ca. 89 % der Wohngebäude vor 2000. Seit der Jahrtausendwende sind etwa 11 % Wohngebäude, gemessen an der Gesamtsumme, hinzugekommen. Wobei hier die Jahre 2022-2024 nicht erfasst wurden.

In nachfolgender Grafik sind die Informationen des Zensus in Baublockdarstellung aufgezeigt. Dabei ist anzumerken, dass die Baujahresklassen in den Geodaten und in der Regionaltabelle des ZENSUS voneinander abweichen. Darum ist die Klassifizierung entsprechend anders.

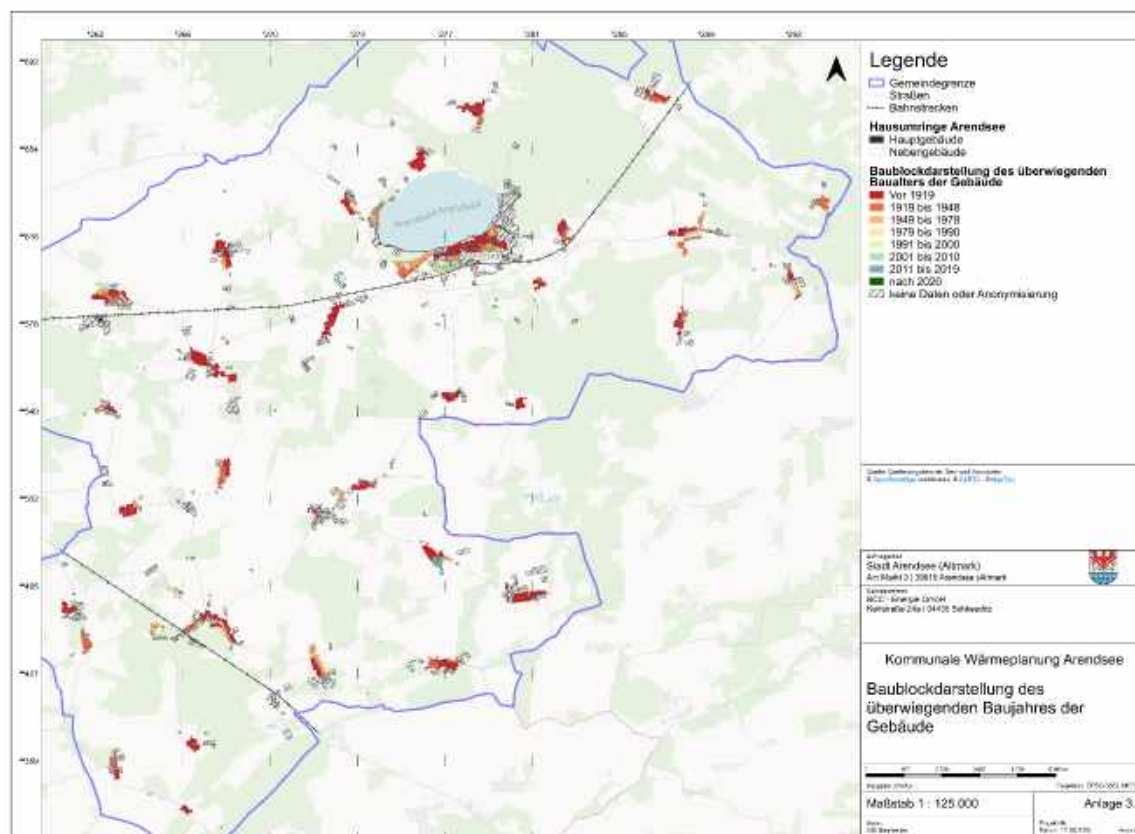


Abbildung 4: Überwiegende Baualtersklasse je Baublock

3.3 Energieinfrastruktur

Für die erfolgreiche Dekarbonisierung des Wärmesektors ist nicht nur die Nutzung erneuerbarer Wärmequellen entscheidend. Ebenso bedeutsam sind die Infrastrukturen, zu denen Wärmenetze, Gasnetze, Wärmespeicher, usw. und die Gebäude selbst gehören. Um niedrig temperierte Wärme, etwa aus erneuerbaren Quellen und Abwärme, effizient aufnehmen und bei der Verteilung minimal Wärmeverluste an die Umwelt erleiden zu können, werden die bestehenden Wärmenetze schrittweise modernisiert und zu zeitgemäßen Systemen umgestaltet. Voraussetzung dafür ist, dass dies technisch möglich, den Bedürfnissen der Wärmekunden entspricht und für die Betreiber der Wärmenetze wirtschaftlich tragbar ist. Angesichts der zunehmenden Bedeutung von Wärmenetzen stellt sich die Frage nach der zukünftigen Rolle der aktuell weit verbreiteten Gasnetze. Da eine hohe Anschlussquote für den wirtschaftlichen Betrieb von Wärmenetzen entscheidend ist, sollte vermieden werden, dass Wärmenetze und Gasnetze in Konkurrenz treten und sich gegenseitig schwächen. Gasnetze könnten zukünftig als Speichermedium dienen, indem sie vermehrt biogene und synthetische Gase aufnehmen und transportieren.

Im Folgenden Abschnitt werden die gesammelten Daten zu den im Gemeindegebiet der Stadt Arendsee (Altmark) vorhandenen und geplanten Energieinfrastrukturen zusammengestellt. Die Gemeinde ist vor allem geprägt durch eine Wärmeversorgung über das Gasnetz. Neben dieser prägnanten Infrastruktur werden nachfolgend auch die potenzielle Wasserstoffinfrastruktur behandelt und abschließend eine Auswertung der Beheizungsstruktur durchgeführt.

Gasnetzinfrastruktur

Die Wärmeversorgung erfolgt zu einem nennenswerten Anteil über das Gasnetz. Dieses liegt flächendeckend in der Kommune vor. Die Gasnetzbetreiber ist die AVACON Netz GmbH. Bei einer gesamten Leitungslänge von über 133,6 km resultiert aktuell ein Anschlussgrad von rund 46 %.

Wärmenetzinfrastruktur

Im Gemeindegebiet der Stadt Arendsee (Altmark) gibt es aktuell keine in Betrieb befindlichen Wärmenetze.

3.3.1 Gasnetze

Datenquellen:

AVACON Netz GmbH

Auf dem Gemeindegebiet der Stadt Arendsee (Altmark) gibt es derzeit ein bestehendes Gasnetz. Betreiber des Netzes ist die AVACON Netz GmbH. Darüber hinaus gibt es keine geplanten oder genehmigten Projekte für den Bau oder die Erweiterung des Netzes. Das Netz im gesamten Gemeindegebiet soll allerdings im Jahr 2026 auf H-Gas umgestellt werden. H-Gas weist einen höheren Methangehalt auf und erzeugt daher bei der Verbrennung mehr Energie im Vergleich zu L-Gas.

Wie in Abbildung 4 ersichtlich, ist das Erdgasnetz in Arendsee (Altmark) flächendeckend ausgebaut und ein Hauptbestandteil der Wärmeerzeugung der Gemeinde. Zur Erzeugungsstruktur gibt es mit Kapitel 3.3.6 einen separaten Abschnitt.

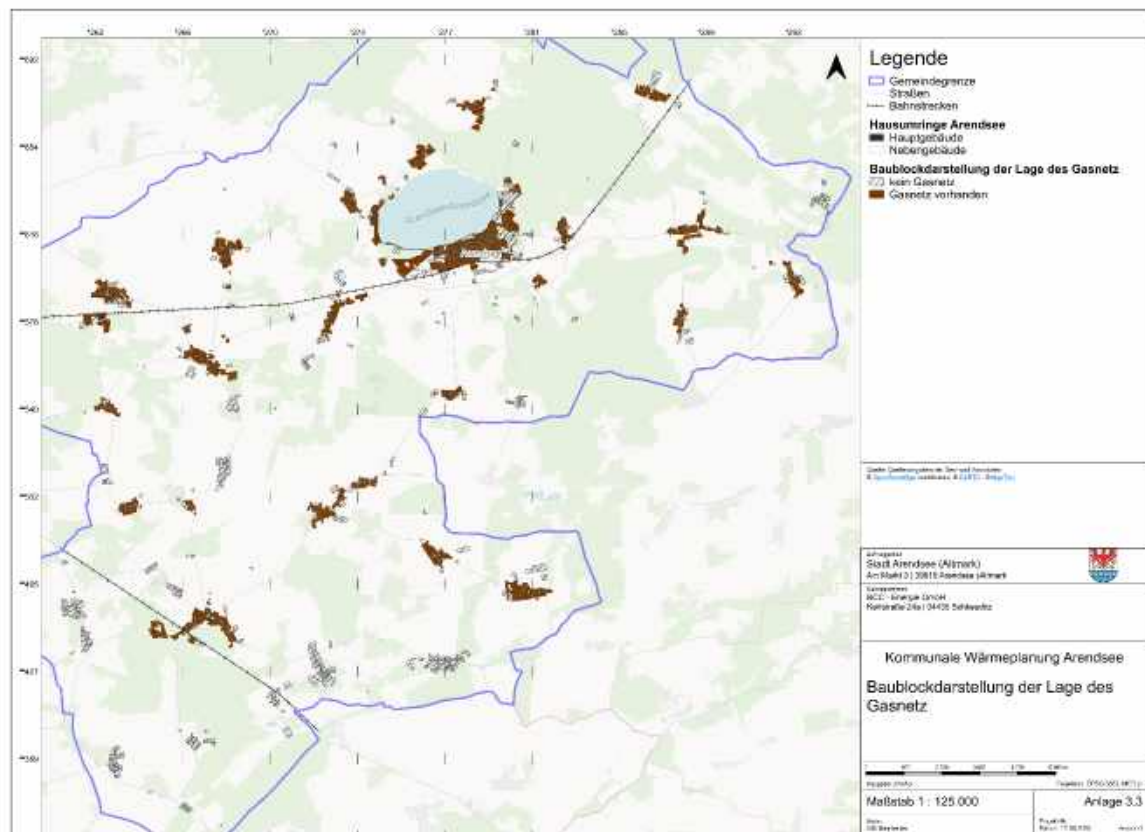


Abbildung 4: Baublockdarstellung der Lage des Gasnetzes in Arendsee (Altmark)

Nachfolgend ist eine Tabelle mit den wichtigsten Daten zur Gasinfrastruktur in Arendsee (Altmark) aufgestellt. Es ist ersichtlich, dass Gas eine entscheidende Rolle bei der Wärmeversorgung der Gemeinde einnimmt. Mit einer abgenommenen Energiemenge von ca. 44,2 GWh/a ist es außerdem ein entscheidender Faktor bei den Treibhausgasemissionen der Gemeinde und sollte somit eine wichtige Rolle beim Dekarbonisierungspfad bis 2045 einnehmen.

GASNETZ ARENDSEE (ALTMARK)	
Art des Mediums	Methan
Jahr der Inbetriebnahme	Vor 1990
Trassenlänge	133,58 km
Gesamtanzahl der Anschlüsse	1.633
Jahresgesamtenenergiemenge Gas	44,2 GWh

Das Kartenwerk bestehend aus der Übersichtskarte, wie Abbildung 4 zu sehen, sowie eventuell vorhandenen Detailkarten befindet sich zur Verbesserung der Lesbarkeit und Verringerung des Umfangs der einzelnen Kapitel im Anhang.

3.3.2 Stromnetze

Datenquellen:

AVACON Netz GmbH

Zur Erreichung der Ziele der Treibhausgasneutralität spielt die Elektrifizierung des Wärmesektors eine wichtige Rolle. Wärmepumpen nehmen nicht nur bei der dezentralen Versorgung einen hohen Stellenwert ein, sie ermöglichen es auch niedertemperierte Umweltwärme- und Abwärmequellen zu erschließen und für die Wärmeversorgung nutzbar zu machen. Auch die Einbindung von regenerativ erzeugtem Strom wie beispielsweise über Photovoltaik- oder Windkraftanlagen ist ein wichtiger Baustein in der zukünftigen Energieversorgung. Dementsprechend entscheidend ist die Stromnetzinfrastuktur und deren Ausprägung, sowie die vorhandenen Optionen bei der Einbindung und Versorgung von regenerativen Energieanlagen.

Auf dem Gemeindegebiet der Stadt Arendsee (Altmark) sind derzeit keine neuen Vorhaben bezüglich der Stromnetzinfrastuktur geplant oder genehmigt.

Anm.d.Red : Gespräche mit Stromnetzbetreiber finden noch statt. Ergänzungen erfolgen entsprechend.

3.3.3 Abwassernetze

Datenquellen:

VKWA Salzwedel, WVSO Wasserverband Stendal-Osterburg

Auf dem Gemeindegebiet der Stadt Arendsee (Altmark) gibt es Abwasserleitungen mit einer Nennweite von DN800 oder größer. Diese befinden sich im Gebiet der Kernstadt Arendsee und sind Mischwasserkanäle, an die etwa ein Viertel der Einwohnerinnen und Einwohner angeschlossen sind.

Der WVSO hat zudem Informationen zu einem Klärwerk auf dem Gemeindegebiet in der Ortschaft Thielbeer bereitgestellt, welches Aufschluss über die Abwassermengen, -temperaturen und jahreszeitlichen Verläufe dieser geben.

Die genaue Auswertung dieser Daten erfolgt in der Potenzialanalyse.

3.3.4 Wärme- und Gasspeicher

Auf dem Gemeindegebiet der Stadt Arendsee (Altmark) sind derzeit keine bestehenden Wärme- oder Gasspeicher vorhanden. Ebenso gibt es keine geplanten oder genehmigten Projekte für den Bau solcher Anlagen.

3.3.5 Wasserstoffinfrastruktur – Speicher, Netze und Leitungen

Datenquellen:

AVACON Netz GmbH, Bundesnetzagentur

Auf dem Gemeindegebiet der Stadt Arendsee (Altmark) sind derzeit keine bestehenden Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen vorhanden. Ebenso gibt es keine geplanten oder genehmigten Projekte für den Bau solcher Anlagen. Allerdings kann auf Grundlage der aktuellen Pläne (Stand März 2025) des Wasserstoffkernnetzes der Bundesrepublik Deutschland eine Darstellung der räumlichen Nähe des Gemeindegebiets zu einem möglichen zukünftigen Verlauf des Kernnetz erstellt werden.

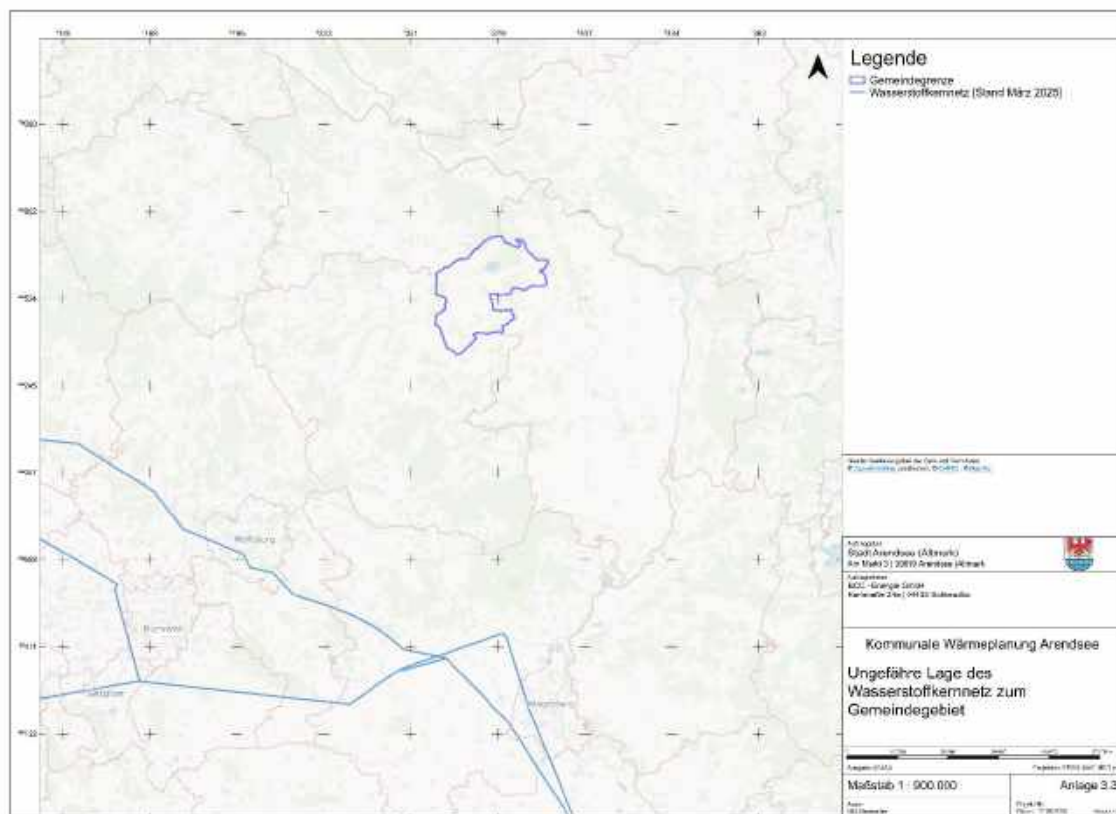


Abbildung 5 | Das Gemeindegebiet Arendsee (Altmark) und das mögliche Wasserstoffkernnetz Deutschlands

Anhand der zurzeit verfügbaren Daten zum möglichen Netzverlauf des Wasserstoffkernnetzes, verläuft dieses ca. 70 km entfernt im Süden des Gemeindegebiets Arendsee (Altmark).

Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es allerdings keine Planungssicherheit zum Thema Wasserstoff. Aufgrund der (zurzeit) geringen Verfügbarkeit und des im Vergleich zu anderen Energieträgern hohen Preises ist eine Nutzung von Wasserstoff zu Beheizung von Gebäuden in Arendsee (Altmark) unwahrscheinlich. Industrielle und gewerbliche Großverbraucher sollten im Anschluss an ein Wasserstoffnetz priorisiert werden, um deren Transformation in Richtung Treibhausgasneutralität zu unterstützen und beschleunigen.

Das Kartenwerk bestehend aus der Übersichtskarte, wie in Abbildung 5 zu sehen, sowie eventuell vorhandenen Detailkarten befindet sich zur Verbesserung der Lesbarkeit und Verringerung des Umfangs der einzelnen Kapitel im Anhang.

3.3.6 Beheizungsstruktur

Datenquellen:

AVACON Netz GmbH

Zensus 2022 – Bevölkerung

(© Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2024)

Zum Abschluss dieses Kapitels werden die eingeholten Daten zusammen ausgewertet um ein Gesamtbild für die Beheizungsstruktur der Gemeinde zu liefern. Neben den Daten der Netzbetreiber werden hierfür die Daten zu den Energieträgern aus den Ergebnissen des Zensus 2022 herangezogen und gemeinsam konsolidiert und verarbeitet.

In Abbildung 6 ist der überwiegende Heizungsenergieträger je Baublock dargestellt. Der überwiegende Heizungsenergieträger ist dabei diejenige Beheizungsform, welche innerhalb des Baublocks den größten Anteil an der Beheizung hat. Dabei wurden die bereitgestellten Daten der Netzbetreiber, sowie die Daten des Zensus 2022 zur Auswertung herangezogen.

Man erkennt bereits in der Übersichtskarte, dass Gas eine prägnante Rolle im gesamten Gemeindegebiet spielt. Eine wichtige Rolle in den Ortsteilen ohne Gasversorgung spielt Heizöl. Dies ist dort der wichtigste Energieträger zur Beheizung der Gebäude.

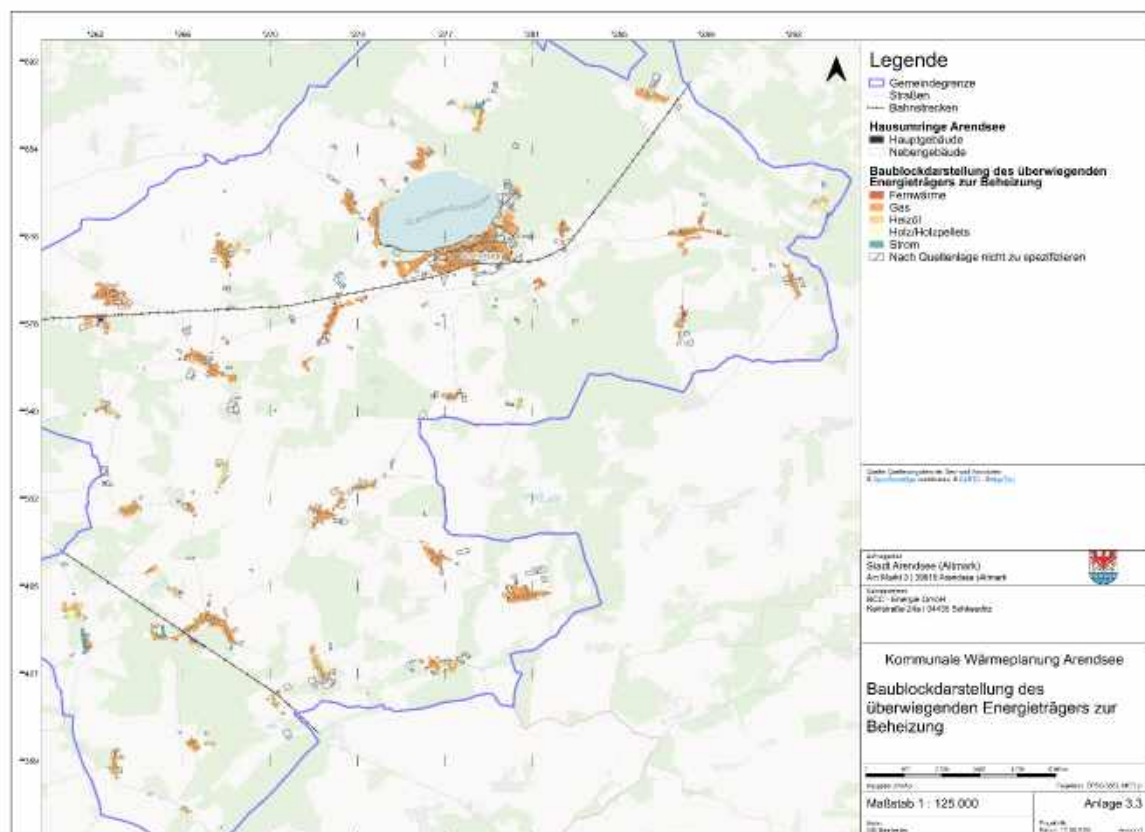


Abbildung 6: Baublockdarstellung der überwiegenden Beheizungsart im Gebiet von Arendsee (Altmark)

Der wichtigste Energieträger in der Gemeinde ist Gas. Dies macht den überwiegenden Teil der Beheizungsstruktur aus. Eine prozentuale Auswertung ist in Abbildung 7 dargestellt. Dabei wurden in der Berechnung der Anteile die Daten des Zensus 2022 um die Daten der Energieinfrastrukturen

erweitert. Im Zensus werden in 100x100m-Zellen die absoluten Zahlen der einzelnen Energieträger je Wohneinheit aufgeführt. Auf dieser Grundlage lässt sich auch die Diskrepanz zwischen der Größe des Versorgungsgebiets bzw. der Anzahl der Anschlüsse und den prozentualen Anteilen erklären. Zu beachten ist, dass sich die Beheizungsstruktur nur auf die Anzahl der Wohneinheiten und nicht auf deren Verbrauch bezieht. Die Prozentsätze für die Wärmeverbräuche können demnach abweichen.

Der zweitwichtigste Energieträger ist Heizöl. Zum jetzigen Zeitpunkt haben die restlichen Energieträger einen vernachlässigbar kleinen Anteil an der Gesamtversorgung. Dies sollte sich im Hinblick auf die Treibhausgasneutralität und dem damit verbundenen Absenkpfad allerdings ändern. Die entwickelten Maßnahmen werden dies besonders im Fokus haben und Lösungen anbieten, mit welchen der Anteil fossiler Energieträger an der Beheizungsstruktur gesenkt bzw. abgelöst werden kann.

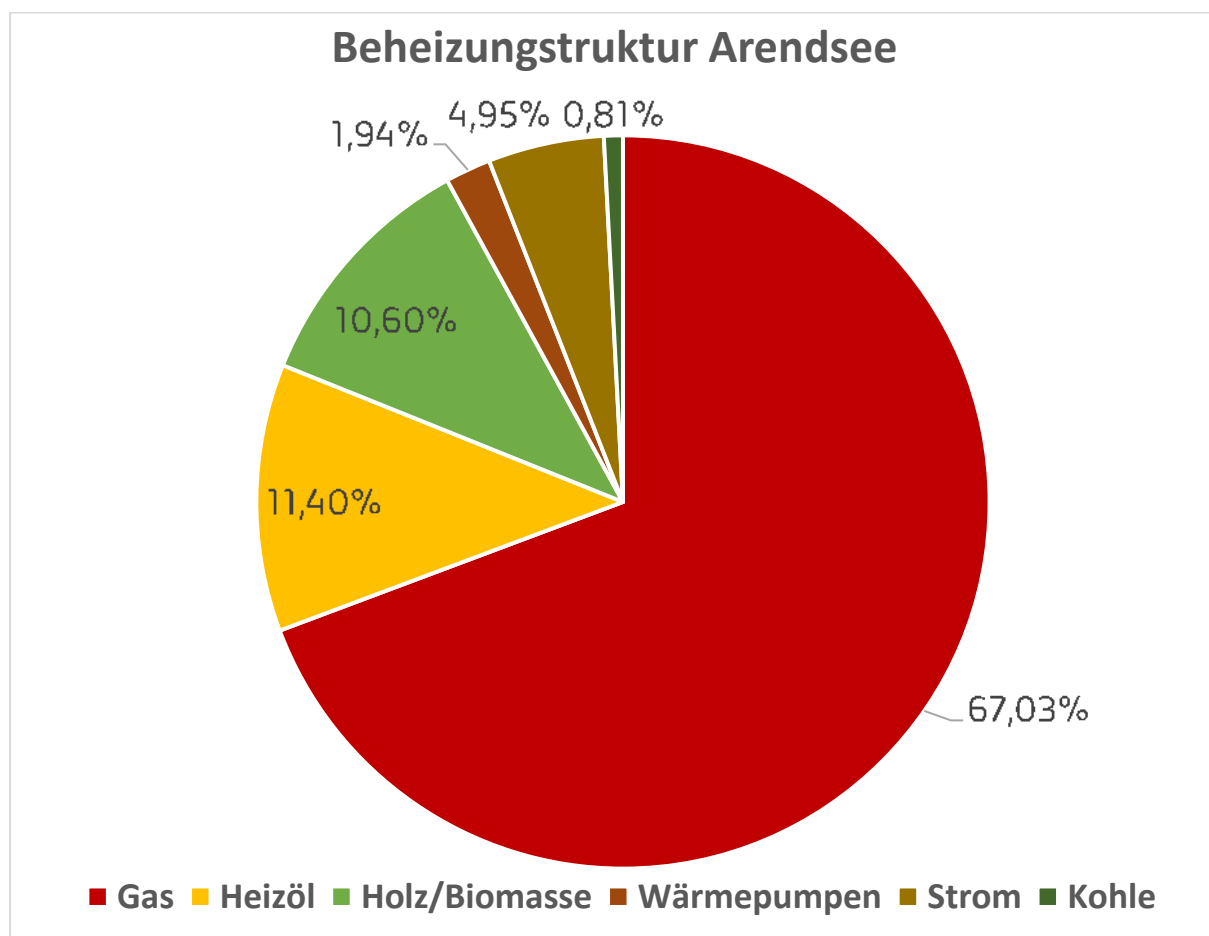


Abbildung 7 | Prozentuale Verteilung der Beheizungsstruktur von Arendsee (Altmark) je Energieträger

Das Kartenwerk bestehend aus der Übersichtskarte, wie in Abbildung 6 zu sehen, sowie eventuell vorhandenen Detailkarten befindet sich zur Verbesserung der Lesbarkeit und Verringerung des Umfangs der einzelnen Kapitel im Anhang.

3.4 Energieverbrauchs- und Energiebedarfserhebungen

Im Rahmen der Wärmeplanung wurden von den Betreibern von Energieinfrastruktur diverse Daten abgefragt, dabei soll ein möglich vollständiges Bild der Kommune im Hinblick auf dessen Energieversorgung entstehen. Da standort- oder adressbezogene Daten nicht für das gesamte Gemeindegebiet vorhanden bzw. bereitgestellt werden konnten, werden zu den Auswertungen der Energieverbräuche zudem auch die Energiebedarfe in der Kommune ermittelt. Dies passiert auf Grundlage einer Modellierung mit verschiedenen Eingangsparametern, wie beispielsweise dem Gebäudealter, dem Gebäudetyp oder der Geometrie des Gebäudes.

Aufgrund der Tatsache, dass es sich um Berechnungen handelt, werden Abweichungen im Vergleich zu den realen Verbrauchsdaten auftreten. Diese Abweichungen werden entsprechend im Bericht eingeordnet und im Hinblick auf die Maßnahmen mit bewertet und beachtet.

Die relevanten Verbrauchsdaten für die Kommune sind vor allem die Verbrauchsdaten der Gasnetzbetreiber. Dabei ist zu beachten, dass der Gasverbrauch nicht mit dem Wärmeverbrauch im Gebäude gleichzusetzen ist. Die Art der Wärmeerzeugung, sowie die Nutzung des Gases nach dem Anschluss bspw. für Prozesse oder zum Kochen sind Faktoren, die die Aussagekraft in Bezug auf Wärmeverbräuche in gasversorgten Gebieten beeinflussen. Nichtsdestotrotz können mithilfe der Gasdaten fundierte Aussagen über Treibhausgasemissionen und der Transformation der Kommune zu Treibhausgasneutralität getroffen werden.

3.4.1 Energieverbrauch

Datenquellen:

AVACON Netz GmbH

Im nachfolgenden Kapitel werden die Verbrauchsdaten der verschiedenen Energieträger in der Gemeinde ausgewertet. Dabei werden auf die Datensätze der Energieversorger, sowie des Zensus und kommunaler Daten zurückgegriffen.

In Abbildung 8 ist der Energieverbrauch des Wärmesektors der Gemeinde aufgeführt. Man erkennt klar den markanten Anteil von Gas am Gesamtenergieverbrauch. In der darauffolgenden Abbildung 9 ist der Anteil der erneuerbaren Energien an dem vorher aufgezeigten Energieverbrauch dargestellt. Zum Zeitpunkt der Erstellung des Wärmeplans, ist dieser Anteil mit ca. 18 % noch gering.

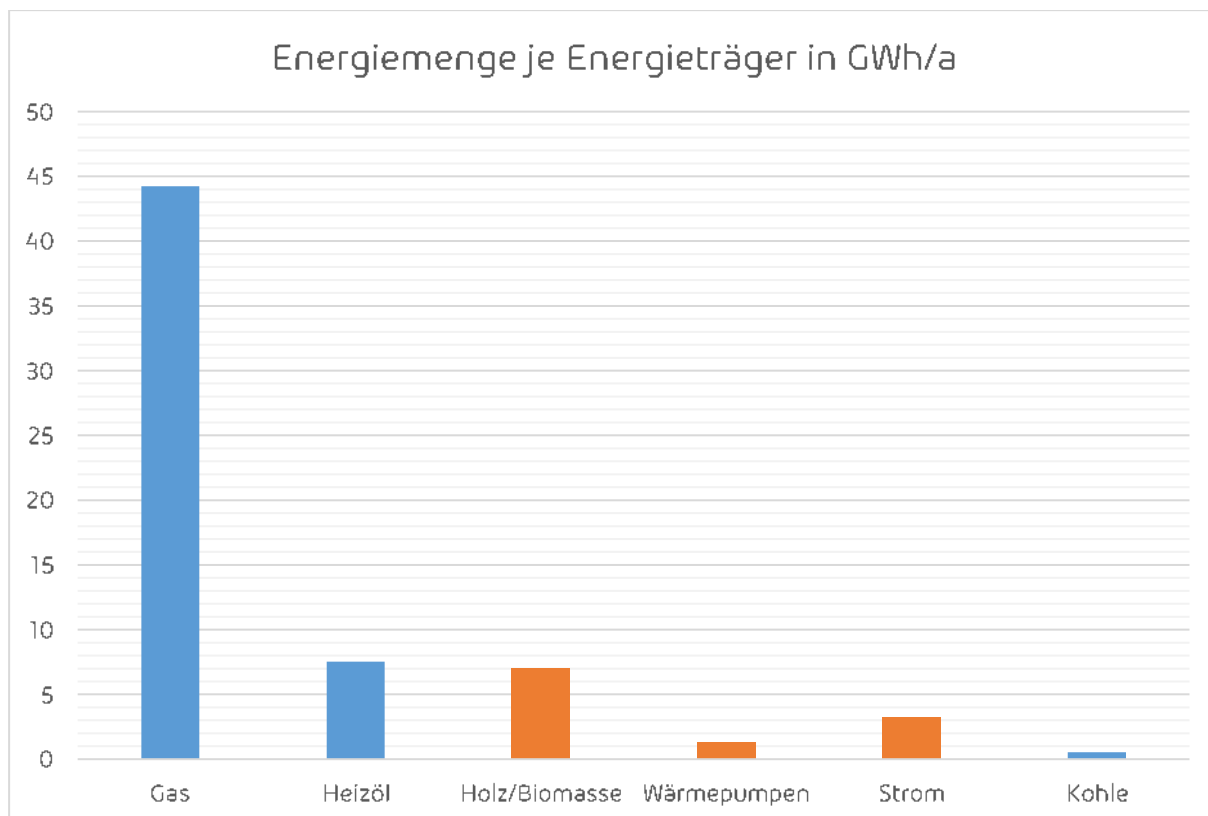


Abbildung 8 | jährlicher Endenergieverbrauch von Wärme nach Energieträgern

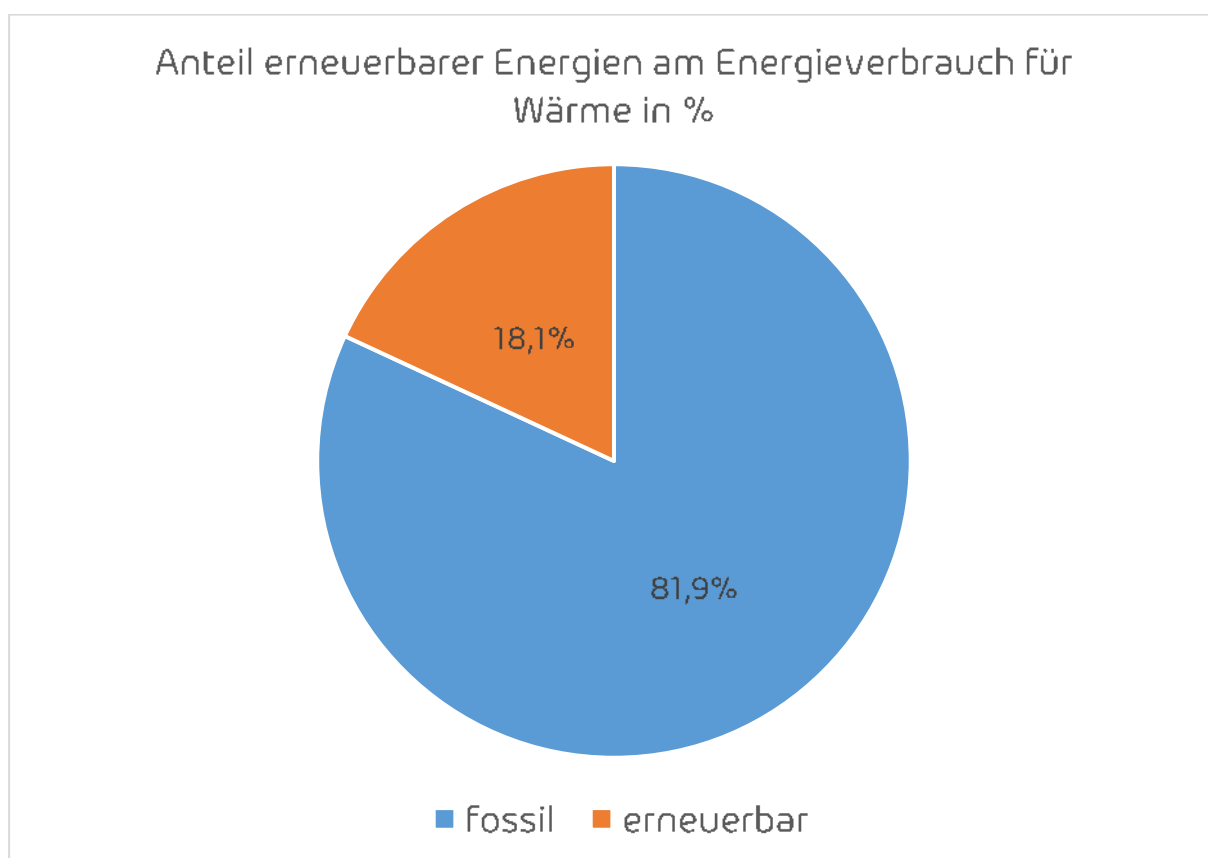


Abbildung 9 | Anteil erneuerbarer Energie am Endenergieverbrauch

Neben den Diagrammdarstellungen sind im folgenden auch Auswertungen auf Basis von Geodaten mit aufgeführt. Zunächst einmal wird in Abbildung 10 mittels einer Baublockdarstellung der lokal aufgelöste Wärmeverbrauch angegeben. Dabei sind die Bereiche, welcher einen höheren Energieverbrauch haben, in der Grafik rötlicher dargestellt.

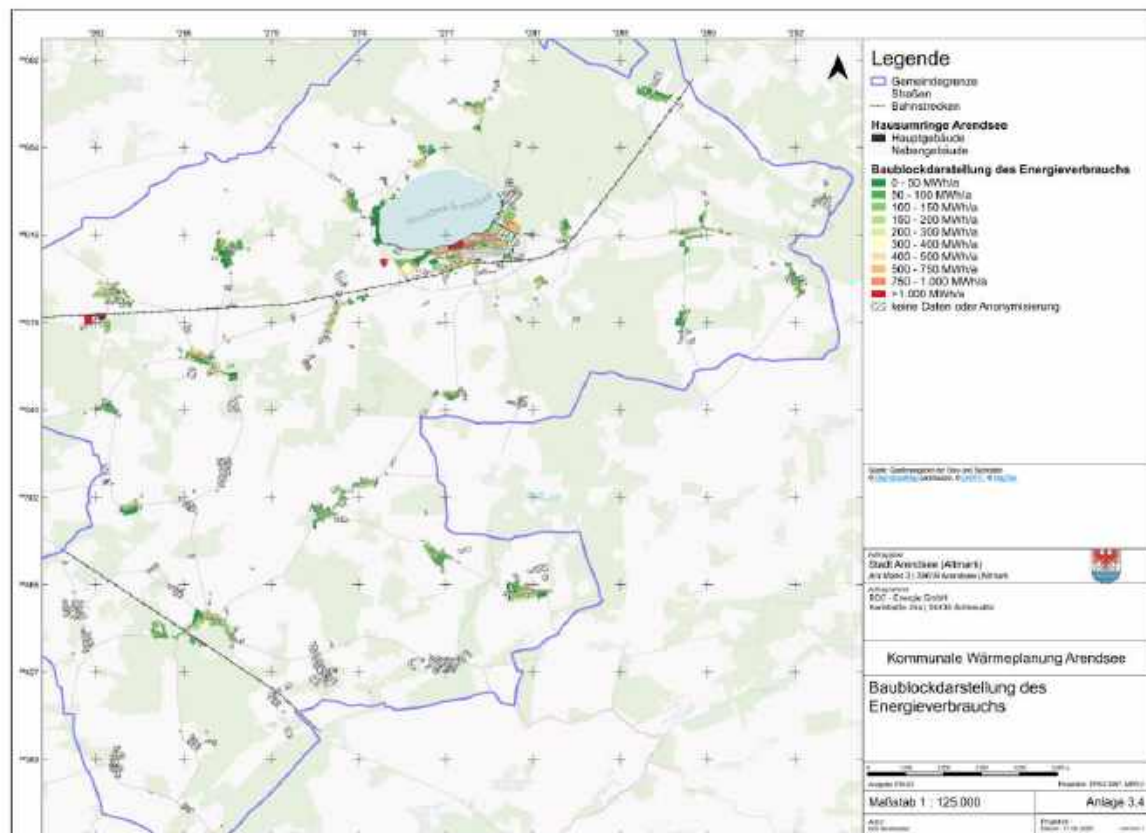


Abbildung 10 | Baublockdarstellung der Wärmeverbräuche im Gemeindegebiet der Stadt Arendsee (Altmark)

Neben der Baublockdarstellung der Ergebnisse der Datenauswertung, ist in Abbildung 11 zudem auch eine, auf Straßenabschnitte bezogene Darstellung, abgebildet. Diese zeigt auf Straßenebene die Wärmemengen der jeweils an dem Abschnitt liegenden nächsten Adresspunkte bzw. Verbraucher. Die Wärmemengen ergeben sich aus den zur Verfügung gestellten Daten der Energieversorger (Wärmenetz- und Gasnetzbetreiber) zu den gemittelten Verbräuchen der letzten drei Jahre (hier: 2021-2023).

Insbesondere für die Verortung von Wärmenetzen kann dies ein hilfreicher Hinweis sein, da hohe Wärmemengen pro Leitungsmeter meist mit einer verbesserten Wirtschaftlichkeit der Fernwärmeversorgung korrespondieren. Die gewählten Kategorien korrespondieren dabei mit den üblichen Annahmewerten für die Erschließbarkeit von Gebieten durch Wärmenetzen aus der bisherigen Praxis. Hierbei ist ein Wert von über 0,7 MWh/m·a ein Anhaltspunkt für ein wirtschaftlich betreibbares Netz. Generell ist zu sagen, dass je höher die Wärmelinien-dichte ist, desto besser geeignet ist dieser Straßenabschnitt für eine Versorgung durch ein Wärmenetz.

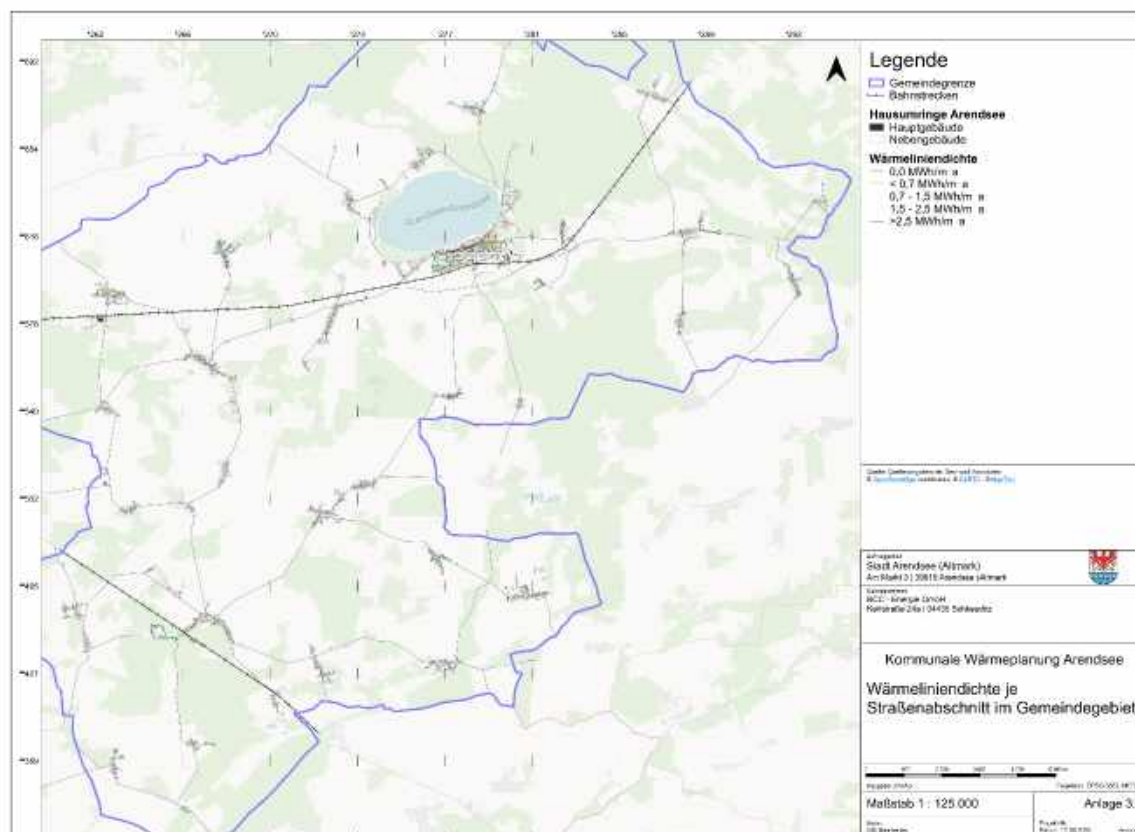


Abbildung 11 | Wärmelinien Darstellung der Wärmeverbräuche im Gemeindegebiet der Stadt Arendsee (Altmark)

Anhand der Daten lassen sich Aussagen treffen über den Aufwand der Umstellung der Infrastruktur auf erneuerbare Energien und die Anzahl der betroffenen Gebäude und Haushalte.

Die Darstellungen zum Anteil der Energieträger am jährlichen Endenergieverbrauch für Wärme in Form einer baublockbezogenen Darstellung sind als Detailkarten im Anhang mit beigefügt.

Das Kartenwerk bestehend aus der Übersichtskarte, wie bspw. in Abbildung 11 zu sehen, sowie eventuell vorhandenen Detailkarten befindet sich zur Verbesserung der Lesbarkeit und Verringerung des Umfangs der einzelnen Kapitel im Anhang.

3.4.1.1 Leitungsgebundene Energieversorgung

Datenquellen:

AVACON Netz GmbH

Wärmenetze

Im Gemeindegebiet der Stadt Arendsee (Altmark) gibt es aktuell keine in Betrieb befindlichen Wärmenetze

Gasnetze

Das Gasnetz ist im gesamten Gemeindegebiet der wichtigste Energielieferant. Dementsprechend hoch ist dessen Anteil am Gesamtenergieverbrauch in der Gemeinde und deswegen kommt diesem auch eine herausragende Bedeutung zu. Deshalb werden in diesem Kapitel die Daten zum Gasverbrauch zusätzlich ausgewertet.

Neben den kartografischen Darstellungen sind die Gasverbräuche nachfolgend ebenso tabellarisch aufgeführt und die summierten Gasverbräuche der Gemeindegebiete, sowie die Anschlussquote im Vergleich zur Gesamtzahl der Adressen in den jeweiligen Orten angegeben.

Dabei entfällt der Hauptteil des Verbrauchs erwartungsgemäß auf den Ortsteil Arendsee (Altmark). Gemessen an der gesamten Gemeinde werden hier ca. 52% des gesamten gelieferten Gases verbraucht.

Tabelle 5 | Gasverbräuche und Anschlussquoten je Ortsteil

Ortsteil	summierte Gasverbräuche in MWh/a	Anschlussquote Gas
ARENDSSEE (KERNSTADT) MIT GENZLIN UND GESTERN	23.066,22	66,2%
BINDEL MIT RITZLERBEN	1.796,85	45,9%
FLIEßMARK MIT LÜGE, MOLITZ UND STÖRPFEN	2.551,93	32,2%
HÖWISCH	478,39	47,5%
KAULITZ	468,11	48,5%
KERKAU MIT LÜBBARS	0	0%
KLÄDEN MIT KRAATZ	858,49	52,9%
KLEINAU MIT DESSAU UND LÖHNIG	2.021,45	32,3%
LEPPIN MIT HARPE UND ZEHREN	1.641,35	52,7%
METZAU	6.687,88	71,2%
NEULINGEN	309,42	53,3%
RADEN MIN MIT ORTWINKEL UND LADENKATH	0	0%
SANNE-KERKUN	1.221,04	52,1%
SCHRAMPE MIT ZIGBAU	1.541,96	36,4%
THIELBERG MIT ZÜHLIN	360,21	27,5%
VISSUM MIT KASSUN UND SCHERNIKAU	411,49	23,1%
ZIMMENDORF	783,30	51,5%
SUMME	44.198,09	49,8%

Zur Veranschaulichung sind die Daten aus der Tabelle in Abbildung 12 in einem Balkendiagramm dargestellt.

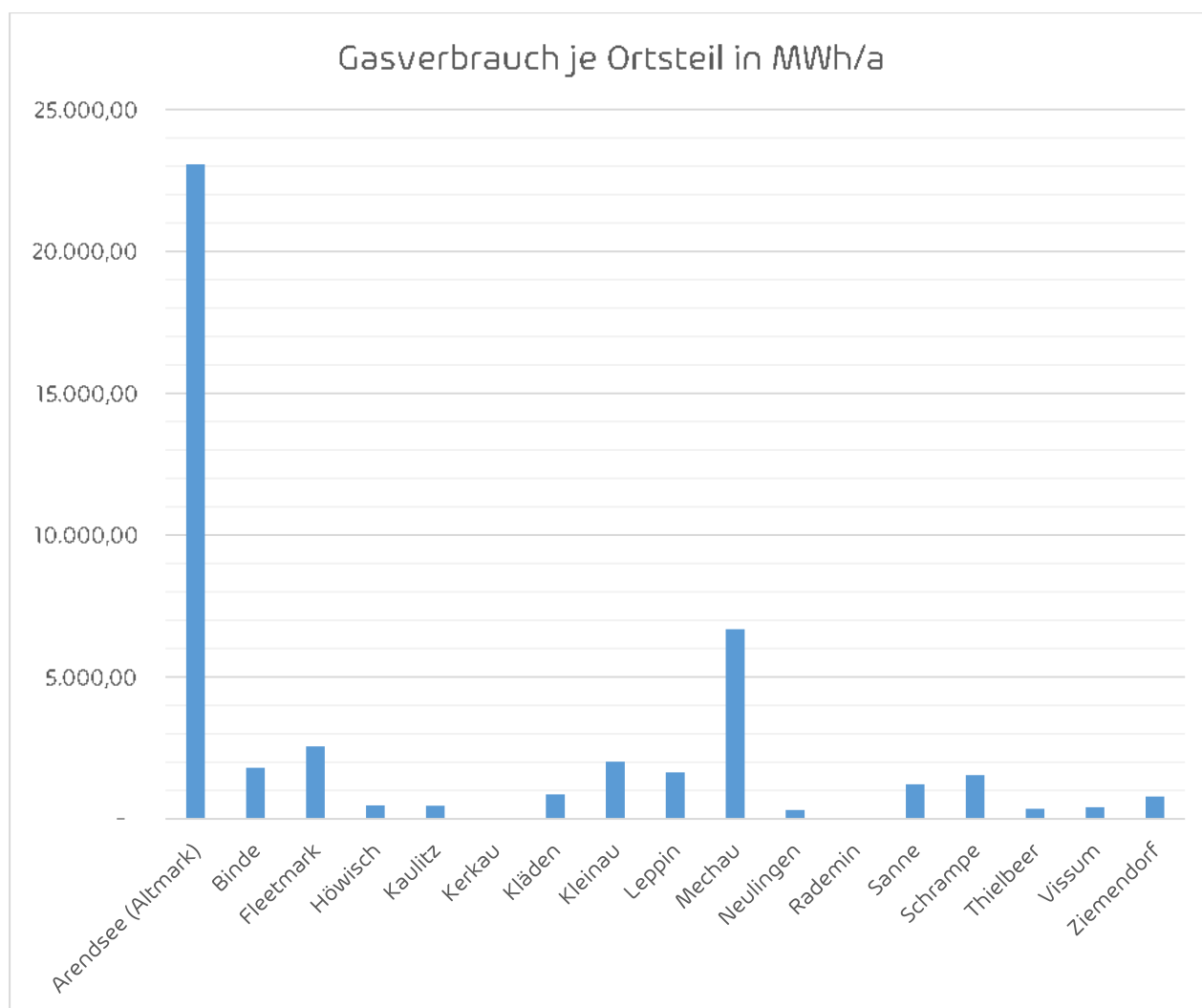


Abbildung 12 | summierte Gasverbräuche in MWh/a

Zur verbesserten Lesbarkeit der Werte für die Ortsteile ist in Abbildung 13 der Datenpunkt für den Ortsteil Arendsee (Altmark) herausgenommen wurden. Damit ist besser erkennbar, welche Gasverbräuche in den anderen Ortschaften vorliegen und wie groß die Unterschiede je Ort sind.

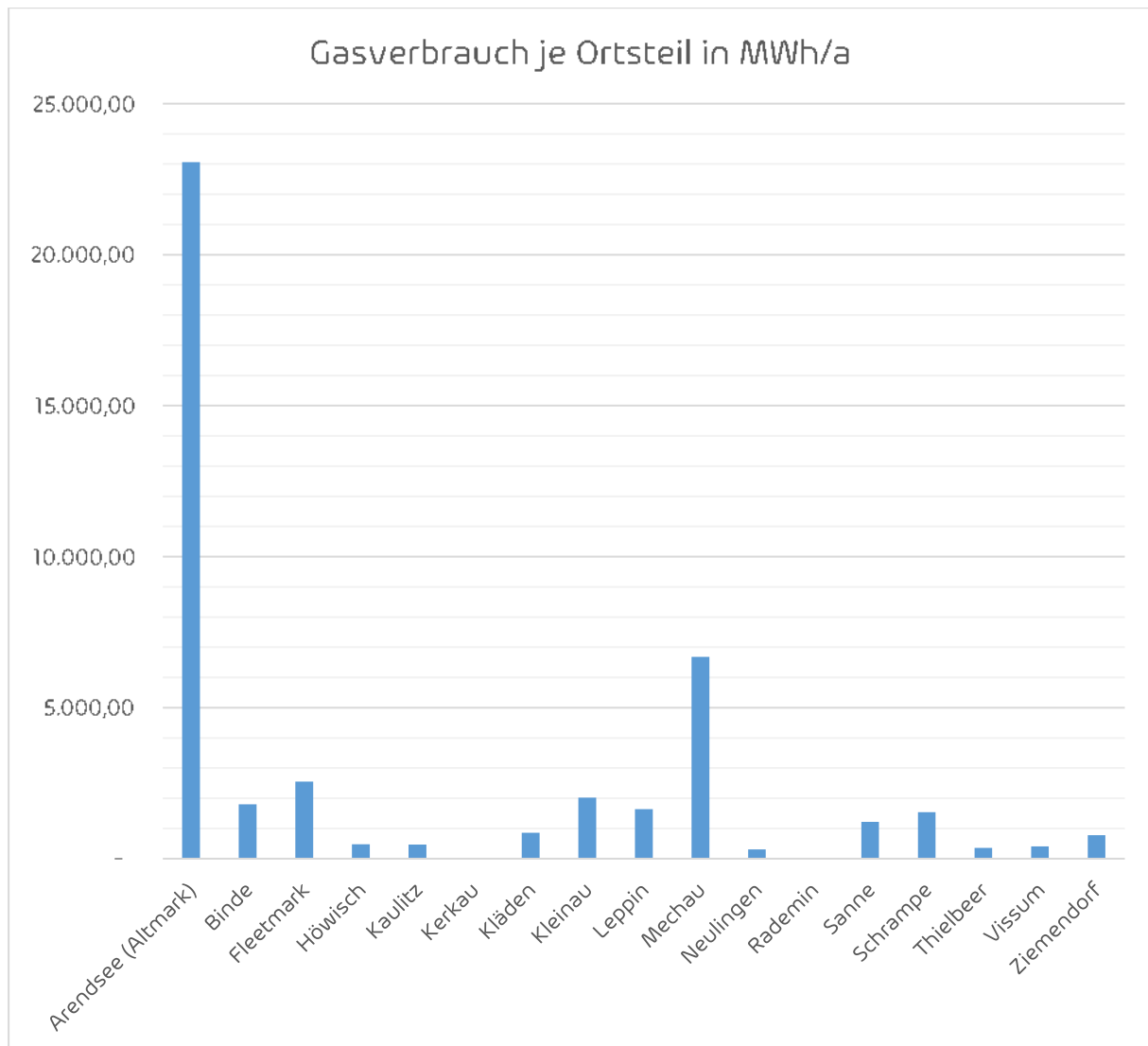


Abbildung 13 | summierte Gasverbräuche in MWh/a ohne den Ortsteil Arendsee (Altmark)

3.4.1.1 Großverbraucher

Auf Grundlage der bereitgestellten Informationen zum Wärme- und Gasnetz, können Großverbraucher von Energie hervorgehoben werden. Zur Einteilung in diese Kategorie, wurden Abnehmer ausgewählt, deren Energieverbrauch größer als 0,5 GWh/a ist.

Großverbraucher sind insbesondere für die Zielszenarien von größerer Bedeutung, da hier die Möglichkeit der Energieeinsparung und des Energieträgerwechsels einen großen Einfluss auf die Gesamtenergiebilanz und die Emissionen der Gemeinde haben. Die Verbraucher sind im Fall der Stadt Arendsee (Altmark) eine Klinik und ein großer Industriebetrieb.

In untenstehender Abbildung sind die Großverbraucher standortbezogen dargestellt.

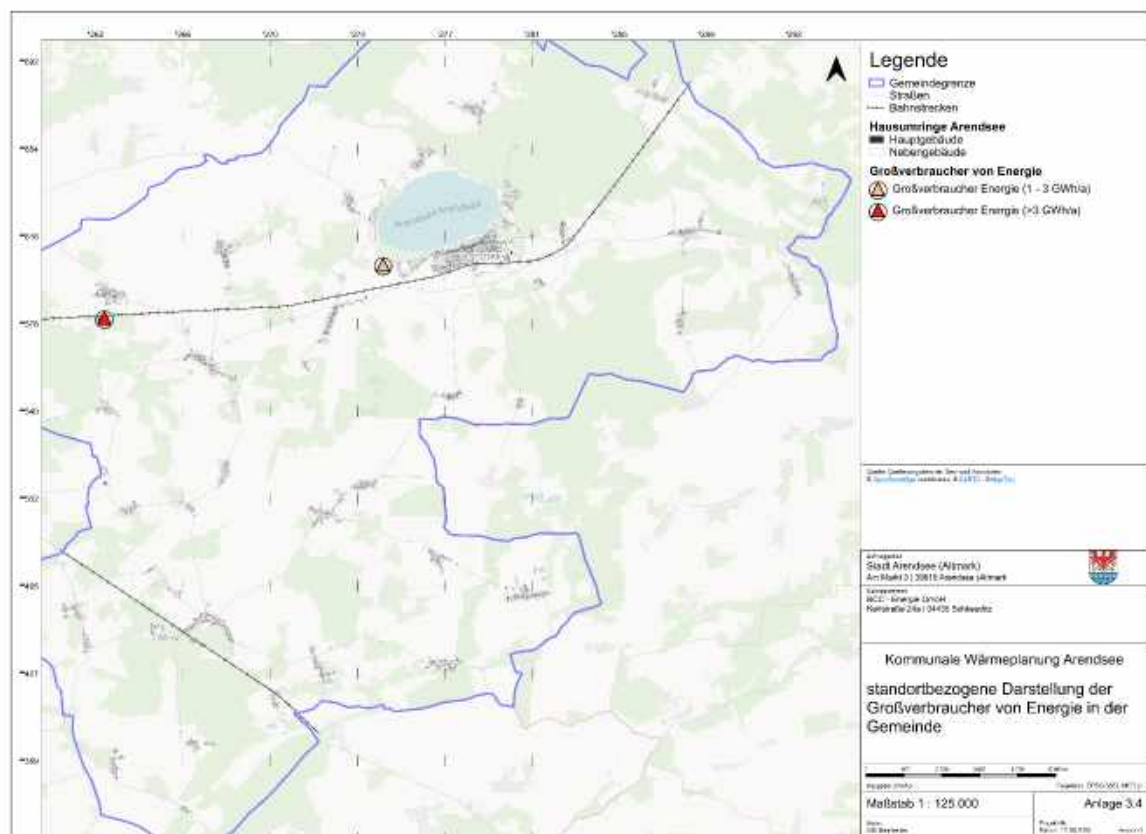


Abbildung 14: Großverbraucher Energie auf dem Gemeindegebiet von Arendsee (Altmark)

3.4.2 Wärmebedarf

Anders als der Verbrauch ist der Wärmebedarf das Ergebnis einer Berechnung. Im Falle des Wärmebedarfs wird die nötige Wärme für die unterschiedlichen Gebäude in Siedlungs- bzw. Gewerbegebiete anhand von Indikatoren und Koeffizienten ermittelt. Dieses Verfahren strebt mehrere Ziele an. Zum einen werden die berechneten Werte als Alternative für die Verbräuche der Gebäude verwendet, deren Daten nicht vorhanden sind (z.B. Gebäude ohne leitungsgebundene Wärmeversorgung). Zum anderen kann das Verfahren genutzt werden, um die zukünftigen Bedarfe abzuleiten. Das ist über die Veränderung der getroffenen Annahmen möglich.

WOHNGBÄUDE

Datenquellen:

Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®)

(Land Sachsen-Anhalt, © 2024 Geodatenportal Sachsen-Anhalt)

3D-Gebäudemodelle LoD2 Deutschland (LoD2-DE)

(Land Sachsen-Anhalt, © 2024 Geodatenportal Sachsen-Anhalt)

Zensus 2011 – Gebäude und Wohnungen

(© Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2024)

Zensus 2022 – Heiztypen

(© Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2024)

Zensus 2022 – Bevölkerung

(© Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2024)

Deutsche Wohngebäudetypologien

(Institut Wohnen und Umwelt – IWU, 2015)

Die angewandte Berechnungsmethode unterteilt den Gebäudebestand in Wohn- und Nichtwohngebäude. Die Wohngebäudedaten aus den Datensätzen ALKIS und LoD2 werden kombiniert und von den Anbauten und weitere Kleinstgebäuden getrennt, um die gesamte Grundfläche der tatsächlich beheizten Wohngebäude zu erhalten. Danach wird die Wohnfläche berechnet, indem die Geschosse der Gebäude, über die Höhe der LoD2-Daten, geschätzt werden. Die Wohngebäude werden darauf aufbauend nach Typen kategorisiert (z.B. Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser, Reihenhäuser, usw.), um die entsprechenden Koeffizienten für den Wärmebedarf (IWU) zuweisen zu können. Um die Bedarfe weiter zu berechnen, werden die Wohngebäude mit den Ergebnissen des Zensus 2022 verknüpft (Gebäude, Bevölkerung, Haushalte). Die Verknüpfung ermöglicht kachelbezogene Aussagen über Gebäude- und Heizungsanlagendaten sowie über Einwohner- bzw. Haushaltsdaten. Die wichtigste Verknüpfung der Wohngebäude mit den Zensus-Ergebnissen sind die Baualtersklassen. Da die kleinste räumliche Einheit der Zensus-Ergebnisse aufgrund von Datenschutzverordnungen die 100x100m Kachel ist, werden die Wärmebedarfe zunächst auch kachelbasiert aufsummiert. Um eine Darstellung nach WPG zu ermöglichen, werden dann die Ergebnisse mittels geographisch-statistischer Verfahren für die festgelegten Baublöcke umgerechnet. In

Tabelle 6 sind die aufsummierten beheizten Wohnflächen und Wärmebedarfe auf Ortsteilebene zu sehen.

Tabelle 6: theoretische Wärmebedarfe der Wohngebäude auf Ortsteilebene

Ortsteil	Summierte Wohnfläche [m ²] nach Alkis	Summierter Wärmebedarf [MWh/a]
ARENDSSEE (KERNSTADT) MIT GENZIGN UND GESTIGN	112.180,31	35.632,75
BINDER MIT RITZLERBEN	8.150,30	2.180,05
FLIEßTMARK MIT LÜGE, MOLITZ UND STÖRPFKE	16.040,21	4.448,68
HÖWISCH	2.023,17	386,86
KAULITZ	9.023,98	3.218,90
KERKAU MIT LÜBBARS	5.037,29	2.273,64
KLÄDEN MIT KRAATZ	6.591,10	1.295,23
KLEINAU MIT DESSAU UND LOHNIG	20.744,31	5.078,70
LEPPIN MIT HARPE UND ZEHREN	10.153,53	3.248,58
METCHAU	12.539,58	3.931,44
NEULINGEN	1.883,30	1.374,46
RADGMIN MIT ORTWINKEL UND LADCKATH	2.577,38	1.339,14
SANNE-KERKUHN	5.845,57	2.531,97
SCHRAMPE MIT ZIEßAU	6.001,69	1.272,94
THIELBEEH MIT ZÜHLIN	13.807,61	3.554,71
VISSUM MIT KASSUHN UND SCHERNIKAU	5.192,13	1.815,88
ZIEHMENDORF	5.073,64	2.306,35
SUMME	242.865,10	75.890,29

In nachfolgender Darstellung sind die berechneten Bedarfswerte für die Wohngebäude auf Baublockebene abgebildet. Dies ermöglicht eine Einschätzung hinsichtlich der benötigten Energiemengen zur Beheizung auch in Bereichen, in denen keine Verbrauchsdaten zur Verfügung stehen und ist damit essenziell für die Wärmeplanung, insbesondere im ländlichen Raum oder in Gebieten ohne ausgeprägte zentrale Energieversorgung.

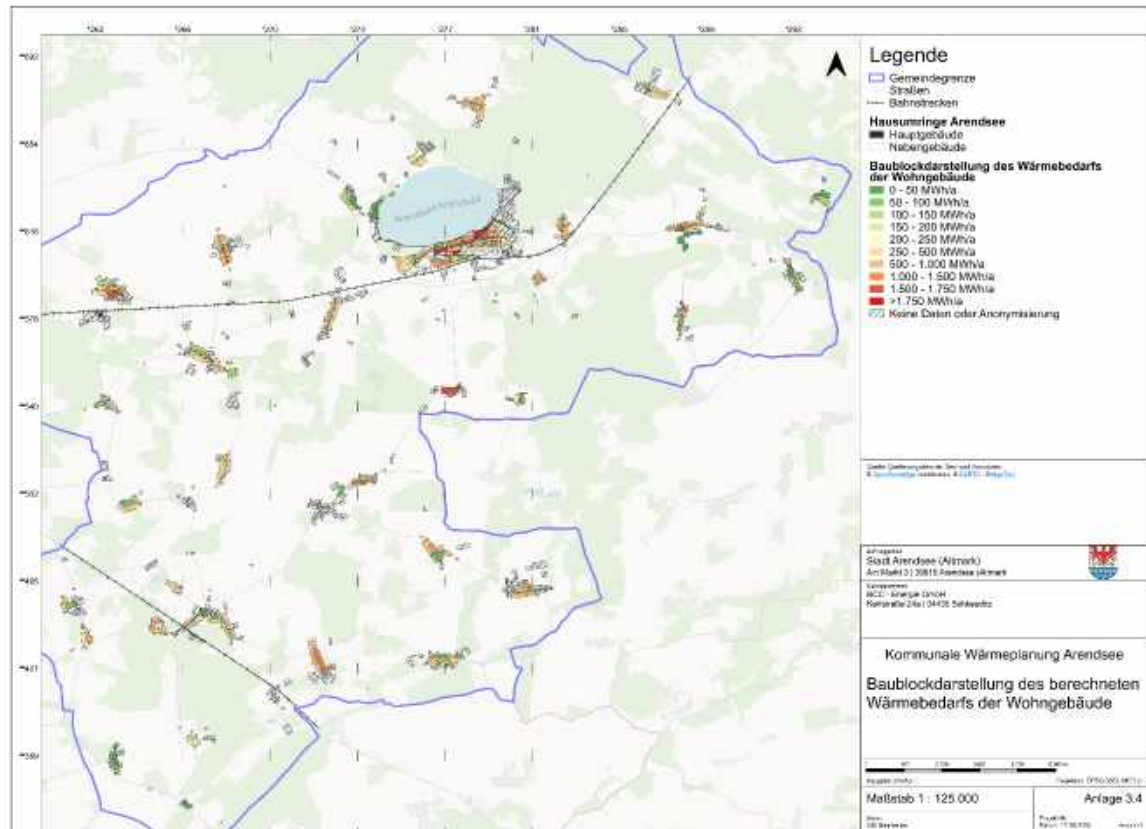


Abbildung 15: Baublockdarstellung der Wärmeverbräuche der Wohngebäude

3.5 Treibhausgasbilanz

Datenquellen:

Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®)

(Land Sachsen-Anhalt, © 2024 Geodatenportal Sachsen-Anhalt)

Informationsblatt CO₂-Faktoren

(Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle)

Technikkatalog Kommunale Wärmeplanung

(dena)

Die in den vorherigen Kapiteln abgeleiteten Ergebnisse sollen nach Anlage 2 des WPGs auch in Hinblick auf die CO₂-Emissionen bewertet werden. Es werden die aktuellen jährlichen Endenergieverbrauchsdaten bzw. Energiebedarfe für Wärme nach Energieträgern und Endenergiesektoren sowie die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen dargestellt. Die Wärmeversorgung in Arendsee (Altmark) basiert vorwiegend auf fossilen Energieträgern.

Die Berechnung der Wärmebedarfe unterscheidet zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden, folglich wird auch in diesem Schritt diese Unterteilung weitergeführt. Für die Berechnung der THG-Emissionen werden die Wärmebedarfe mittels Umrechnungsfaktoren in die entsprechenden energieträgerspezifischen CO₂-Emissionen umgewandelt. Die CO₂-Faktoren, welche für die Umrechnung genutzt wurden, stammen aus Vorgaben des BAFA bzw. der dena. Es wurde angenommen, dass der Strom aus dem Strommix von Deutschland für das Jahr 2025 gedeckt wird und somit Emissionen verursacht.

Auch die tatsächlichen Verbräuche, die sich auf die leitungsgebundenen Daten beschränken, werden in Hinblick auf die THG-Emission und der Herkunft analysiert. Da die Verbrauchsdaten und deren Energieträger direkt vorliegen ist die Umrechnung mittels CO₂-Faktoren entsprechend trivial. Die Daten der Gewerbetreibenden sind nur so weit abgebildet, wie sie geliefert worden sind bzw. aufgrund der Datenschutzaspekte zuzuordnen sind. Alle zu Grunde liegenden Daten wurden in einer gemeinsamen Datenbasis zusammengeführt und ausgewertet.

In Abbildung 16 sind die Treibhausgasemissionen für die gesamte Gemeinde, nach Energieträgern aufgeteilt, als Ergebnis der vorher erwähnten Berechnungen und Annahmen, dargestellt.

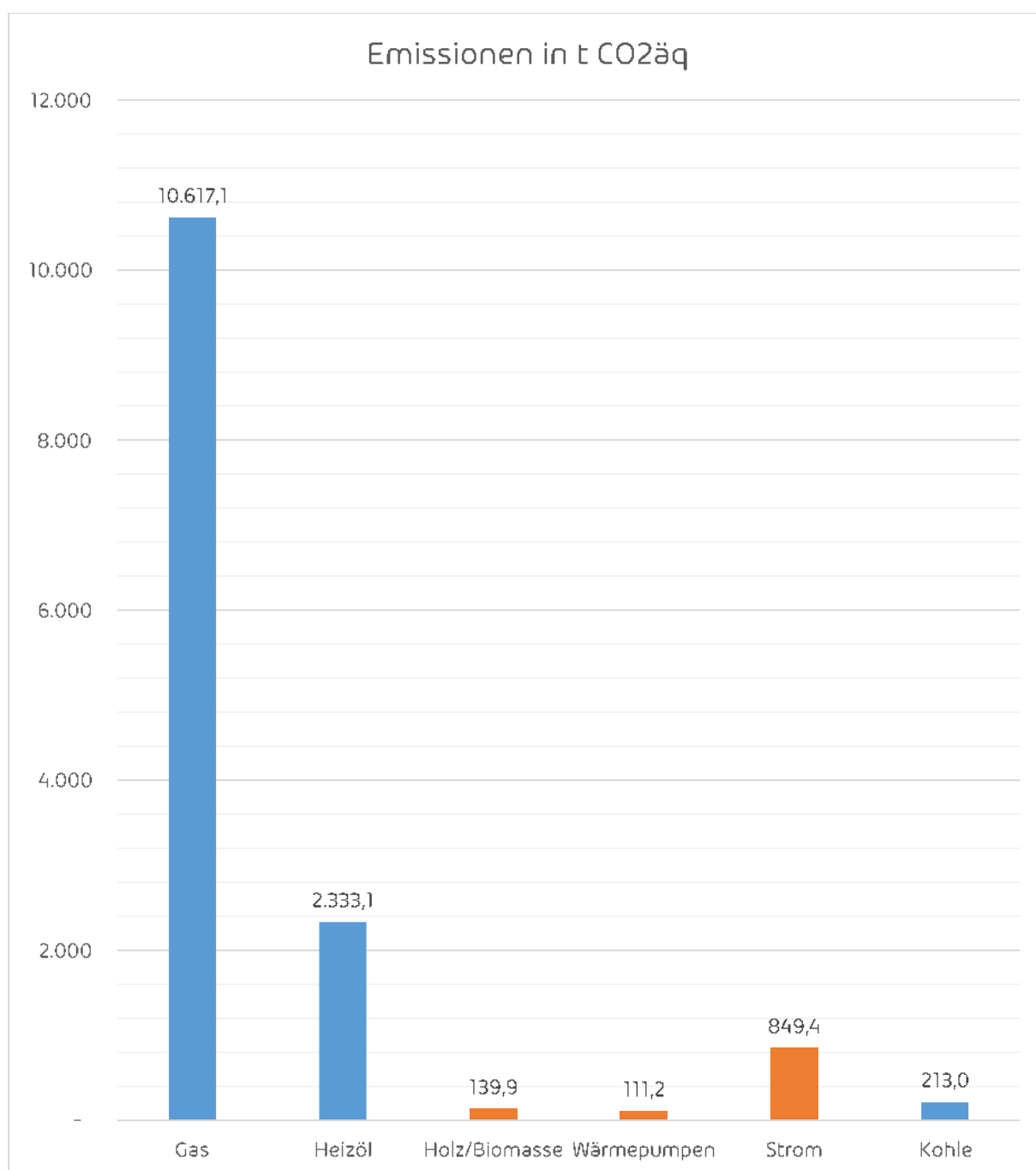


Abbildung 16: THG-Emissionen des Wärmesektors nach Sektoren und Energieträger Arendsee (Altmark)

4. Potenzialanalyse

4.1 Energieeinsparungspotentiale

Anm.d.Red: Text liegt der Gemeinde im Entwurf vor.

Neben einer möglichen Wärmeversorgung durch effiziente Wärmenetze bietet die energetische Ertüchtigung und Sanierung bestehender Gebäudestrukturen maßgebliche Einsparpotenziale. Um eine mögliche Reduzierung von benötigter Primärenergie und daraus resultierendem CO₂-Ausstoß einschätzen zu können, wäre es notwendig, jedes Gebäude separat zu betrachten. Dabei stellen gebäudeeigene Eigenschaften wie Kubatur, wärmeleitende Eigenschaften der Gebäudehülle und die verbaute Anlagentechnik die größten Faktoren dar. Um belastbare Aussagen hinsichtlich des Energiebedarfes eines Gebäudes ohne die detaillierte Aufnahme aller Hüllflächenelemente der thermisch konditionierten Gebäudehülle treffen zu können, lässt sich eine Einteilung und Zuordnung gemäß des Baualters und des Gebäudetyps durchführen. Davon ausgehend lassen sich durch Sanierung erzielbare Einsparpotenziale abschätzen und qualitativ bewerten. Dies erfolgt im Folgenden am Beispiel einzelner Gebäude in der Stadt Arendsee (Altmark).

Die erzielten Ergebnisse lassen sich bei ähnlicher Kubatur und Baualtersklasse ebenfalls im Ansatz auf andere Gebäude gleichen Typs übertragen, sollten für belastbare Ergebnisse jedoch im Einzelfall überprüft werden.

4.1.1 Freistehendes Mehrfamilienhaus um 1970

Als Beispiele wurden sowohl ein Mehrfamilienhaus als auch ältere Einfamilienhäuser (Massivbau und Fachwerkbau) herangezogen. Die Berechnung beruht auf Grundlage der DIN V 18599 in seiner Novellierung von 2024, die eine ganzheitliche Bewertung von Wohn- und Nichtwohngebäuden in Hinblick auf resultierenden Nutz-, End-, und Primärenergiebedarf ermöglicht. Dabei werden alle relevanten Wechselwirkungen zwischen Anlagentechnik, Gebäudehülle und Nutzung berücksichtigt.



Abbildung 17: freistehendes Mehrfamilienhaus (Baujahr ca. 1970) in Plattenbauweise

Das für die Stadt Arendsee (Altmark) beispielhaft betrachtete Mehrfamilienhaus weist eine Plattenbauweise auf, die für das Baujahr um 1970 und später, sowie die Lokalisierung in der damaligen DDR typisch ist. Mit dem offensichtlichen Fehlen von Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle lässt es sich demnach die in dazu passende Baualtersklasse zwischen 1969 und 1978 einordnen. In der Annahme einer Vollbelegung aller zur Verfügung stehender Wohneinheiten und die für die Errichtungszeitraum typischen wärmeleitenden Eigenschaften der Gebäudehülle (Außenwände, Fenster, Hauseingangstür, Dach und Abgrenzung zum unbeheizten Keller) lässt sich ein resultierender Primärenergiebedarf und damit Ist-Zustand von 205 kWh/m²a abschätzen (siehe Abbildung 22).



Abbildung 18: Primärenergiebedarf des betrachteten MFH nach DIN V 18599

Aufbauend auf dem Ist-Zustand und den baualtersklassen-typischen Hülleigenschaften lassen sich durch Sanierung der Gebäudehülle erreichbare Einsparpotenziale abschätzen. Die Betrachtung unterscheidet dabei zwischen folgenden Maßnahmen:

1. Fenstertausch
2. Dämmung der Außenwände durch WDVS oder andere Maßnahmen
3. Dämmung der Kellerdecke und thermische Abgrenzung zum nicht beheizten Keller
4. Dämmung der oberen Geschossdecke / des Dachs

Die Sanierungsmaßnahmen und daraus resultierende Einsparpotenziale werden im Folgenden separat, also nicht aufeinander aufbauend betrachtet und in der Abbildung 21 zusammengefasst. Dabei ist zu unterstreichen, dass resultierende Einsparpotenziale stark von der gebäudeeigenen Kubatur, Flächenverteilung und dem baulichen Ausgangszustand abhängen. Für einen möglichen betrachteten Austausch wurden dabei immer Eigenschaften gewählt, die den förderfähigen Standards der BAFA und KfW entsprechen und somit auf einem energetisch sehr hohen Niveau liegen.

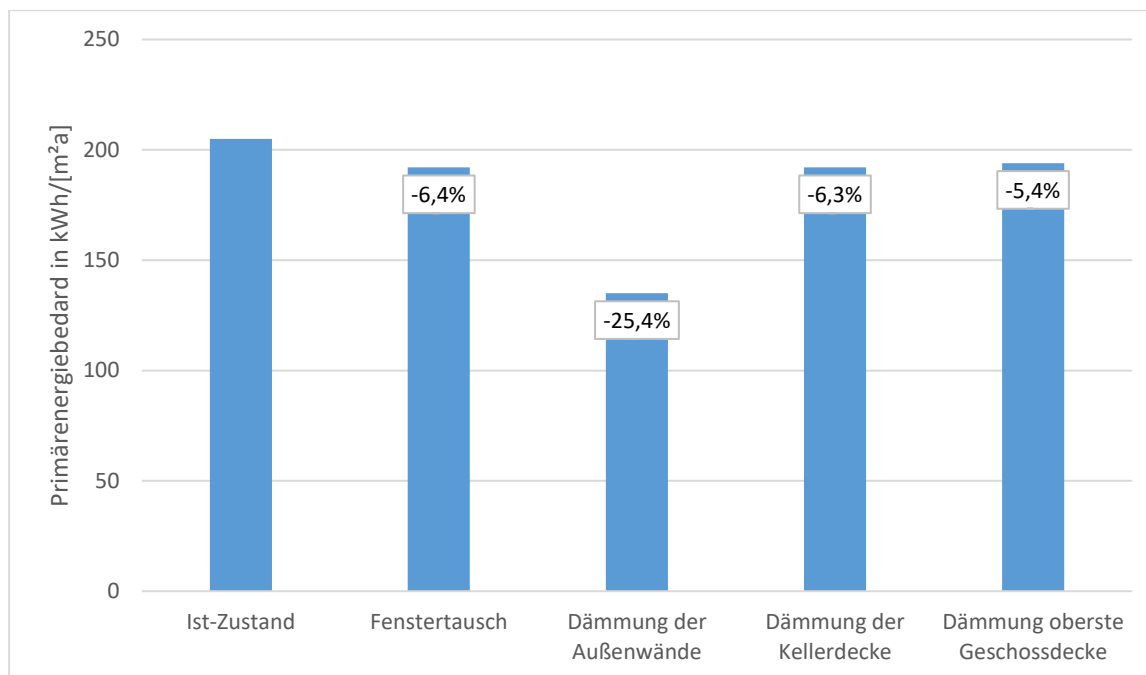


Abbildung 19: Sanierungsmaßnahmen und prozentuale Einsparpotenziale für das Beispielgebäude der Gebäudekategorie MFH um 1970 (Werte beziehen sich auf den Primärenergiebedarf des Gebäudes)

Die Ergebnisse zeigen, dass die größten Einsparpotenziale (ungeachtet der Sanierungskosten) in der Dämmung der Außenhülle liegen. Mit einer Einsparung von 25,4% gegenüber dem Ist-Zustand weist diese Einzelmaßnahme das größte Potenzial auf. Dies liegt begründet in dem Großen Anteil der Außenwand in Bezug auf die gesamte Hüllfläche des Gebäudes. Andere Maßnahmen, wie die Dämmung der obersten Geschossdecke oder die Kellerdeckendämmung weisen aufgrund des geringen Hüllflächenanteils eine weitaus geringere Wirkung auf und haben daher auch eine geringere Wirkung auf eingesparte CO₂-Emissionen.

Nr.	Maßnahme	Einsparpotenzial
1	Fenstertausch (inkl. Hauseingangstür)	- 6,4 %
2	Dämmung der Außenwände	- 25,4 %
3	Dämmung der Kellerdecke	- 6,3 %
4	Dämmung der obersten Geschossdecke	- 5,4%

Tabelle 7: Sanierungsmaßnahmen und prozentuale Einsparpotenziale für die Gebäudekategorie MFH um 1970

4.1.2 Freistehendes Einfamilienhaus um 1900

Ein großer Teil des Gebäudebestandes in der Stadt Arendsee (Altmark) ist der Baualtersklasse, um ca. 1900 zuzuordnen. Um die Sanierungspotenziale und mögliche CO₂-Einsparungen dieser Gebäudeklasse betrachten zu können, wurde ein freistehendes Einfamilienhaus betrachtet. Da eine detaillierte Einschätzung des Gebäudes hinsichtlich energetischer Merkmale ohne Begehung nicht möglich ist wurden auch hier die baualtersklassentypischen Werte angenommen.



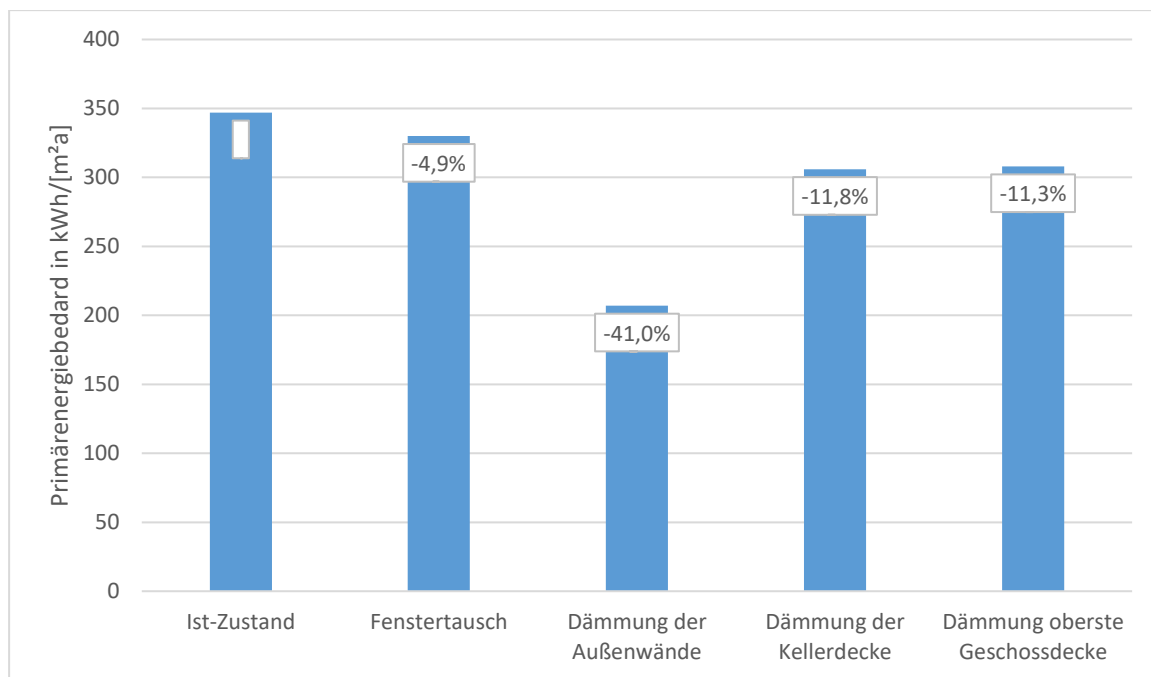
Abbildung 20 | freistehendes Einfamilienhaus (Baujahr ca. 1900) in Ziegelbauweise

Die Ergebnisse decken sich mit Erfahrungswerten, die hinsichtlich des Gebäudebestandes dieser Baujahre zu erwarten sind. Trotz einer günstigen Kubatur (Verhältnis der Außenflächen der thermischen Gebäudehülle zu beheiztem Innenvolumen – A/V-Verhältnis) liegt der geschätzte Primärenergiebedarf (Q_p) mit 347 kWh/[m²a] im sehr hohen Bereich und erfüllt die Merkmale eines Worst-Performing-Buildings ($Q_p > 250$ kWh/[m²a] siehe Abbildung 22).



Abbildung 21 | Primärenergiebedarf des betrachteten FFH nach DIN V 18599

Es wurden die gleichen Modernisierungsoptionen wie bei dem betrachteten Mehrfamilienhaus betrachtet: Erneuerung der Fenster, Dämmung der Außenwände, Dämmung der Kellerdecke und die Dämmung der obersten Geschossdecke. Abbildung 23 stellt die Ergebnisse dar. Auch wird deutlich, dass die größten Einsparpotenziale mit ca. 41% in der Dämmung der Außenwände liegen. Obwohl eine Erneuerung der Fenster mit einer starken Verringerung der Wärmeverluste über diese einherginge, ist der Effekt auf das Gesamtgebäude mit ca. 4,9% als gering einzustufen. Grund dafür ist der geringe Anteil der Fenster an der gesamten thermisch wirksamen Gebäudehülle.



Die Dämmung der obersten Geschossdecke bewirkt mit ca. 11,3% einen ähnlichen Einspareffekt wie die Dämmung der Kellerdecke.

4.2 Restriktionsgebiete

Datenquellen:

Vorrang- und Vorbehaltsflächen

(Regionaler Entwicklungsplan für die Planungsregion Altmark, 2005, Stand 2018)

natur- und wasserrechtliche Schutzgebiete

(Landesamt für Umweltschutz (LAL) Sachsen-Anhalt (dl.de/bj 2 0))

Karten:

4.2 Schutzgebiete "Ortsteilname"

4.2 Überschwemmungsgebiete "Ortsteilname"

Auf sogenannten Restriktionsflächen ist bereits eine vorrangige Nutzung ausgewiesen, welche nicht durch Nutzungskonkurrenz beeinträchtigt werden darf. Diese Nutzungen sind meist rechtlich abgesichert. Zu den für die kommunale Wärmeplanung relevanten Restriktionsflächen zählen:

- Vorrang- und Vorbehaltsgebiete des Regionalen Entwicklungsplanes
- Schutzgebiete mit naturrechtlichen Belangen
- Schutzgebiete mit wasserrechtlichen Belangen
- aktive und ehemalige Bergbauggebiete
- Denkmalschutz

Dabei bedeutet Restriktionsfläche nicht per se den Ausschluss dieser Fläche für die hier zu betrachtenden Potenziale. Die zuständigen Behörden sind zwingend zu beteiligen.

In den folgenden Tabellen werden die planungsrelevanten Restriktionsgebiete in die Kategorien „nicht nutzbar“, „eingeschränkt nutzbar“ und „uneingeschränkt nutzbar“ eingeordnet.

Nicht nutzbar

Tabelle 8: Übersicht der verschiedenen Restriktionsflächen, welche für die Nutzung von Wärmepotenzialen nicht nutzbar sind

RESTRIKTIONSTYP	BEGRÜNDUNG
NATURSCHUTZGEBIET	- Nutzung für Infrastruktur oder großflächige Energieerzeugung gesetzlich untersagt, hohe Schutzpriorität
KERNZONEN VON VOGELSCHUTZGEBIET/FFH-GEBIET	- Ggf. durch Verträglichkeitsprüfung ausgeschlossen
KERNZONEN VON BIOSPHÄRENRESERVATEN	- Nur naturnahe Nutzung erlaubt, keine Eingriffe zulässig
VORRANGGEBIET FÜR HOCHWASSERSCHUTZ	- Nutzung ausgeschlossen, dient dem aktiven Hochwasserschutz, keine raumbedeutsamen Maßnahmen zulässig

Eingeschränkt nutzbar

Tabelle 9: Übersicht der verschiedenen Restriktionsflächen, welche für die Nutzung von Wärmepotenzialen eingeschränkt nutzbar sind

RESTRIKTIONSTYP	BEGRÜNDUNG
LANDSCHAFTSSCHUTZGEBIET (LSG)	- Eingriffe möglich, aber genehmigungspflichtig; landschaftsverträgliche Planung notwendig
NATURA 2000 (AUßERHALB KERNZONE)	- Verträglichkeitsprüfung nach §34 BNatSchG erforderlich
ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIET	- Nutzung eingeschränkt, Hochwasserschutz hat Vorrang, nur spezielle Anlagen erlaubt
DENKMALSCHUTZ	- Maßnahmen sind möglich, aber genehmigungspflichtig, oft mit Auflagen (Gestaltung, Technik, Rückbau etc.); ggf. mit Auflagen zur archäologischen Begleitung oder Dokumentation
VORRANGGEBIET FÜR WASSERGWINNUNG	- Nutzung eingeschränkt, Vorrang für Trink- und Brauchwasserversorgung; wasserrechtlicher Genehmigung erforderlich
VORRANGGEBIET FÜR NATUR UND LANDSCHAFT	- Nutzung eingeschränkt, ggf. Verträglichkeitsprüfung nach § 34 BNatSchG, technische Maßnahmen nur bei nachgewiesener Umweltverträglichkeit zulässig
VORRANGGEBIET ROHSTOFFGWINNUNG	- Nutzung ggf. nach Abschluss des Abbaus oder mit temporären Anlagen
VORBEHALTSGEBIET AUFBAU EINES ÖKOLOGISCHEN VERBUNDSYSTEMS	- Maßnahmen möglich, aber genehmigungspflichtig, um Beeinträchtigungen ökologischer Funktionen auszuschließen
VORBEHALTSGEBIET LANDWIRTSCHAFT	- Maßnahmen möglich, aber genehmigungspflichtig; Nutzung muss mit landwirtschaftlicher Funktion vereinbar sein
VORBEHALTSGEBIET TOURISMUS UND ERHOLUNG	- Maßnahmen möglich, aber mit Auflagen zur Gestaltung und Rücksichtnahme auf Erholungsfunktion; ggf. Einschränkungen bei Sichtbarkeit, Lärm oder Technik
VORBEHALTSGEBIET AUFFORSTUNG	- Maßnahmen möglich, aber genehmigungspflichtig; Nutzung muss mit forstlicher Entwicklung vereinbar sein

Lage der Restriktionsgebiete im Gemeindegebiet

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über alle im Gemeindegebiet der Stadt Arendsee (Altmark) geltenden Restriktionsgebiete und deren genaue Lage.

Tabelle 10: Übersicht der verschiedenen Restriktionsflächen in der Einheitsgemeinde

RESTRIKTIONSTYP	FLÄCHE IM GEMEINDEGEBIET DER STADT ARENDSEE (ALTMARK)
VORRANGGEBIETE	
WASSERGWINNUNG	- südlich des Arendsees - nördlich von Fleetmark - westlich von Kleinau
NATUR UND LANDSCHAFT	- im Norden des Gemeindegebiets
HOCHWASSERSCHUTZ	- entlang Zehrengaben, Hammergraben Kleinau und Augraben
ROHSTOFFGEWINNUNG	- Quarzsandgrube Kläden: nördlich von Kläden - östlich von Zühlen - Kiesgrube Lohne: westlich von Lohne
VORBEHALTSGEBIETE	
AUFBAU ÖKOLOGISCHES VERBUNDSYSTEM	- weites Gebiet im Norden des Gemeindegebiets
LANDWIRTSCHAFT	- nahezu gesamtes Gemeindegebiet südlich der Bahnstrecke / B 190
TOURISMUS UND ERHOLUNG	- weites Gebiet um den Arendsee bis zur nordöstlichen Gemeindegrenze
AUFFORSTUNG	- im Nordosten des Gemeindegebiets - um Kaulitz
NATURRECHTLICHE SCHUTZGEBIETE	
NATURSCHUTZGEBIET	- Harpe: nördlich der Ortslage, am Rand des Gemeindegebiets
NATURA 2000 (FFH, SPA)	- Arendsee: FFH-Gebiet, gesamte Seefläche - Kraatz: südlich der Ortslage
LANDSCHAFTSSCHUTZGEBIET	- Arendsee: gesamte Seefläche und Gebiet nördlich, sowie östlich
WASSERRECHTLICHE SCHUTZGEBIETE	
ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIET	- Ritzleben: östlich der Ortslage, erstreckt sich südlich bis Vissum, nördlich bis Mechau - Augraben: entlang des Augrabens im Süden des Gemeindegebiets - Höwisch: östlich der Ortslage
KULTURGÜTERRECHTLICHER SCHUTZ	
GEBÄUDE-, BODEN- UND ARCHÄOLOGISCHE DENKMÄLER	- Arendsee: Archäologisches Kulturdenkmal im Kernstadtbereich

4.3 Wärmesektor

4.3.1 Abwärme aus Industrie, Gewerbe, Landwirtschaft, Abwasser und Kläranlagen

Anm. d. Red.: Die potenziellen Abwärmelieferanten wurden kontaktiert. Aktuell liegen jedoch noch nicht von allen Rückmeldungen vor bzw. befinden sich einige Gespräche noch in der Abstimmungsphase.

Eine einheitliche gesetzliche Definition des Begriffs „Abwärme“ existiert bislang weder auf Bundes- noch auf Landesebene. In den relevanten Gesetzen, Verordnungen und Förderprogrammen fehlt eine klare und konsistente Begriffsbestimmung. Für die Zwecke der Wärmeplanung – insbesondere im Kontext der Nutzung von Abwärme in Wärmenetzen auf Quartiers-, Gemeinde- oder Stadtebene – bietet jedoch die Definition der AGFW (Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.) eine praxisnahe Orientierung:

„Abwärme: Wärme, die in einem Prozess entsteht, dessen Hauptziel die Erzeugung eines Produktes oder die Erbringung einer Dienstleistung (inkl. Abfallentsorgung) oder einer Energieumwandlung ist, und die dabei als ungenutztes Nebenprodukt an die Umwelt abgeführt werden müsste.“
(Dr. Susanne Stark et al., November 2022)

Zur Veranschaulichung dieser Definition lassen sich verschiedene Prozesskategorien benennen, in denen Abwärme typischerweise anfällt:

- Produktion, etwa in Raffinerien, der Stahlverarbeitung oder der chemischen Industrie,
 - Dienstleistungen, wie sie in Rechenzentren, Wäschereien, Kühlhäusern oder der (Ab-) Wasserwirtschaft erbracht werden,
 - Abfallentsorgung, beispielsweise durch thermische Abfallbehandlung oder innerbetriebliche Stoffkreisläufe,
 - Energieumwandlung, etwa in Kondensationskraftwerken, bei der Nutzung von Abgaswärme aus Verbrennungsprozessen oder bei der Wasserstoffelektrolyse.
- (Dr. Susanne Stark et al., November 2022)

In Abbildung 22 sind die möglichen Quellen und Senken von Abwärme anhand ihrer Temperaturniveaus abgebildet.

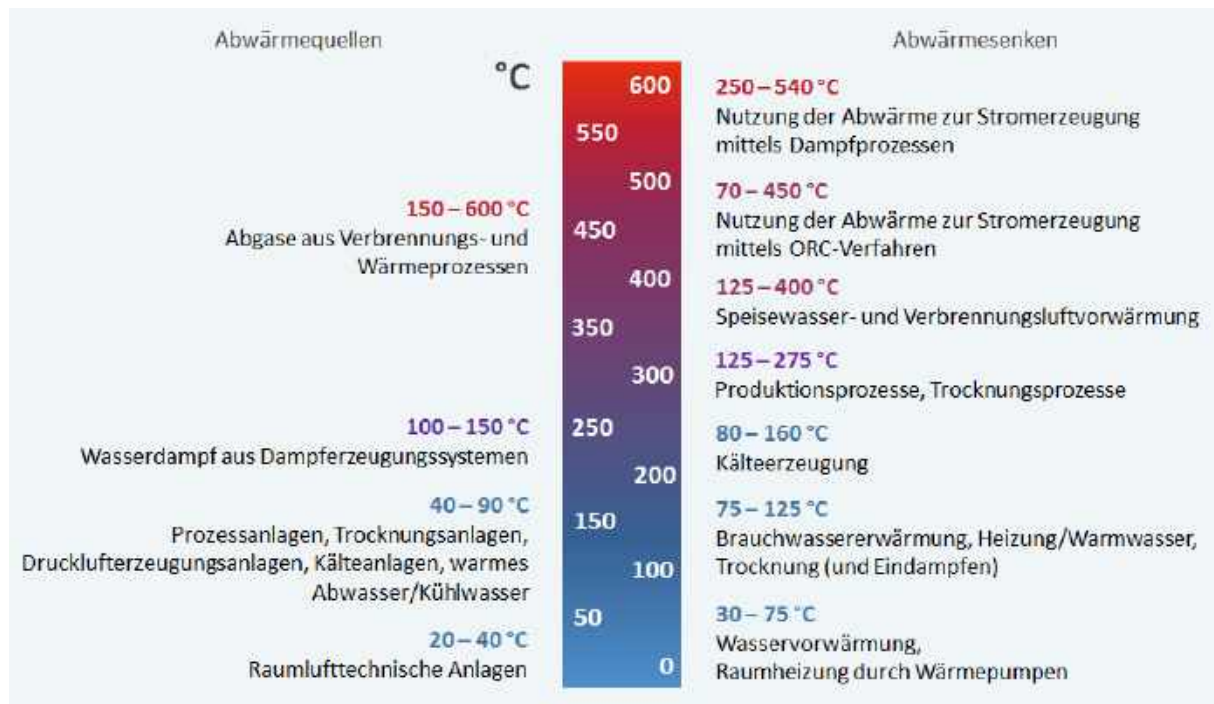


Abbildung 22 | mögliche Abwärmequellen und Abwärmesenken (Quelle: DFNA, Erfolgreiche Abwärmenutzung im Unternehmen, Darstellung: Österreichische Energieagentur)

4.3.1.1 Unvermeidbare Abwärme aus Industrie und Gewerbe

Datenquelle:

Plattform für Abwärme

(© 2025 Bundesstelle für Energieeffizienz beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle)

In Arendsee (Altmark) fallen gemäß Plattform für Abwärme die in Tabelle 11 dargestellten Abwärmepotenziale in Industrie und Gewerbe an.

Tabelle 11 | Kennwerte aus den Daten der Plattform für Abwärme in Arendsee (Altmark)

Firma	Bezeichnung	Wärmemenge pro Jahr [MWh/a]	Durchschnittl. Temperaturniveau [°C]
JACKON Insulation GmbH	Halle 1-2	428,4	20
JACKON Insulation GmbH	Extrusion 1-3	705,6	30
JACKON Insulation GmbH	Extrusion 4	705,6	30
JACKON Insulation GmbH	Extrusion 6	705,6	30
JACKON Insulation GmbH	Extrusion 5	705,6	30
JACKON Insulation GmbH	Halle 3-4	333,3	20
JACKON Insulation GmbH	Halle 5-6	697,0	20
JACKON Insulation GmbH	Kompressor Bauplatte	212,7	20

Diese Abwärmepotenziale müssen im weiteren Verlauf des Projekts noch präzisiert und plausibilisiert werden. Dafür muss auch geprüft werden, ob die Wärme aus den Prozessen aufgrund von räumlicher und zeitlicher Rahmenparameter nutzbar ist. Die Standorte der Großverbraucher von Energie auf dem Gemeindegebiet, bei denen potenziell Abwärme anfällt, sind in nachfolgender Karte dargestellt.

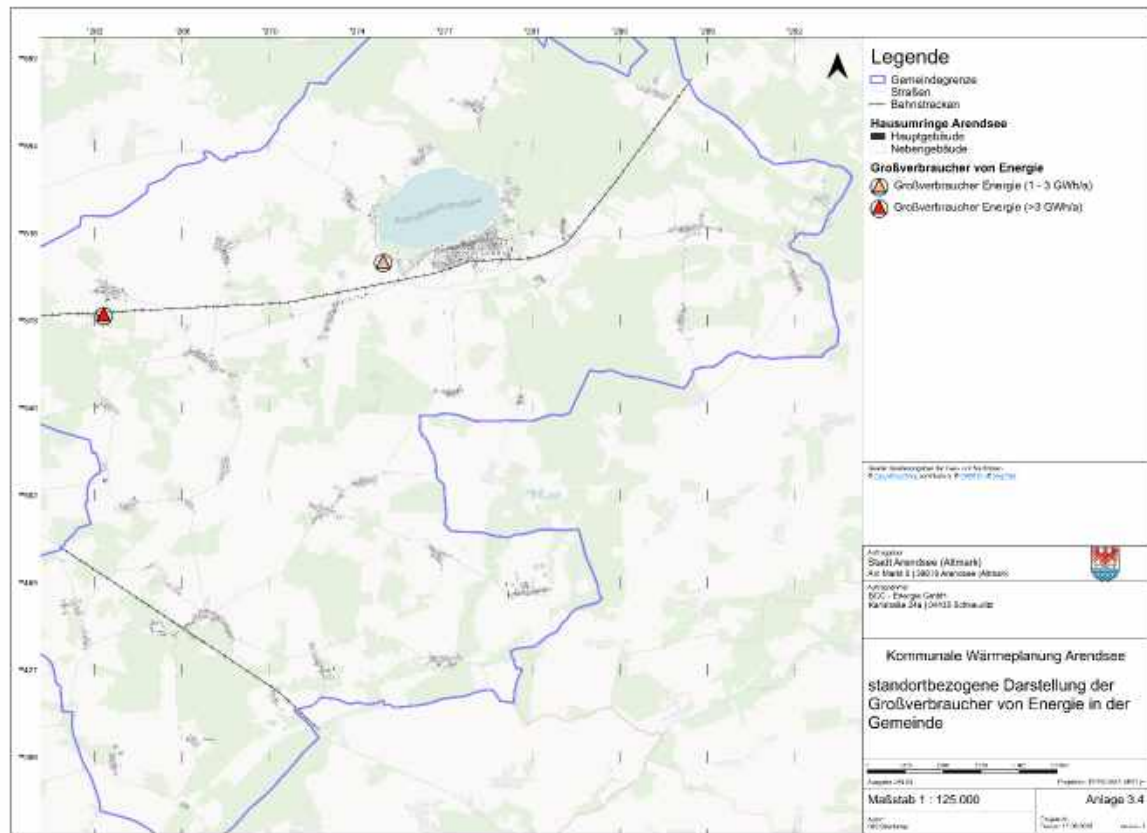


Abbildung 23 | Standorte von Energie-Großverbrauchern in Arendsee (Altmark)

Zur Einschätzung der tatsächlichen Verfügbarkeit und des potenziellen Beitrags industrieller Abwärme zur Wärmeversorgung wurden ansässige Gewerbe- und Industriebetriebe entweder über Fragebögen oder im direkten Austausch kontaktiert. Ziel war es insbesondere, das Potenzial für eine Nutzung der Abwärme außerhalb des jeweiligen Unternehmens zu bewerten.

Grundsätzlich wird industrielle Abwärme am effizientesten direkt am Entstehungsort durch den Betreiber selbst genutzt – dies minimiert rechtliche und wirtschaftliche Hürden sowie externe Abhängigkeiten. Im Zuge der kommunalen Wärmewende und des Ausbaus von Wärmenetzen gewinnt jedoch auch die Einspeisung industrieller Abwärme in öffentliche Wärmenetze zunehmend an Bedeutung. Um bestehende rechtliche und wirtschaftliche Barrieren zu überwinden, bietet sich eine enge Zusammenarbeit mit kommunalen Gemeindewerken an. Diese können als langfristig verlässliche Partner sowohl für Unternehmen als auch für Kommunen eine zentrale Rolle bei der Integration industrieller Abwärme in die öffentliche Wärmeversorgung übernehmen.

4.3.1.2 Abwasser und Kläranlagen

Durch die hohe spezifische Wärmekapazität von $c_p \approx 4,2 \text{ kJ/(kgK)}$ kann Wasser eine große Menge an Wärmeenergie speichern. Mit jedem Kelvin Temperaturunterschied kann einem Kubikmeter Wasser etwa 1,16 kWh Wärme entzogen werden. In Fließgewässern bestimmen der Abfluss $[\text{m}^3/\text{h}]$ und der Temperaturunterschied $[\text{K}]$ zwischen der Ein- und Auslauftemperatur am Wärmetauscher maßgeblich

das potenziell nutzbare Wärmeangebot. Neben Grund- und Flusswasser bietet sich auch Abwasser als Wärmequelle an.

Abwasser

Abwärme aus Abwasser ist eine dauerhaft verfügbare, jedoch weitgehend ungenutzte Energiequelle. Über das tägliche Nutzungsverhalten, insbesondere durch den Verbrauch von Warmwasser in Haushalten, Gewerbe und Industrie, gelangt eine erhebliche Menge an Wärmeenergie in die Kanalisation. Dadurch ergeben sich jahreszeitabhängige Abwassertemperaturen von etwa 10 bis 12 °C im Winter und 17 bis 20 °C im Sommer. Mithilfe von Wärmepumpen kann diese thermische Energie nutzbar gemacht werden – entweder zur direkten Versorgung einzelner Gebäude oder zur Einspeisung in kommunale Wärmenetze.

Grundsätzlich lässt sich Energie aus Abwasser auf zwei Wegen gewinnen: Entweder durch Wärmetauscher im öffentlichen Kanalnetz bzw. direkt am Einleiter oder durch Nutzung in Abwassersammlern bzw. auf dem Gelände einer Kläranlage. Insbesondere bei letzterem muss berücksichtigt werden, dass eine zu starke Abkühlung des Abwassers die biologische Reinigungsleistung beeinträchtigen kann. Daher ist eine enge Abstimmung mit dem Betrieb der Kläranlage erforderlich. Voraussetzung für eine wirtschaftlich sinnvolle Wärmeentnahme sind ein ausreichend großes Energieangebot und geeignete bauliche Bedingungen, die den Einbau und die Wartung von Wärmetauschern ermöglichen.

Technische Rahmenbedingungen, die sich für die Abwärmenutzung als besonders geeignet gezeigt haben, sind Kanalabschnitte mit einem Innendurchmesser von mindestens 800 mm und Trockenwetterabflussmengen ab ca. 10 l/s. Sie ermöglichen nicht nur einen sicheren Betrieb der Wärmetauscher, sondern weisen in der Regel auch stabile Abwassertemperaturen auf. Ideal sind möglichst gerade Kanalabschnitte mit einer Länge von 20 bis 150 m, abhängig von der Leistungsanforderung der geplanten Wärmepumpenanlage.

Die Wirtschaftlichkeit solcher Anlagen hängt maßgeblich von kurzen Wegen zwischen Wärmequelle und Verbraucher ab. Besonders geeignet sind Gebäude mit niedrigen Vorlauftemperaturen. Während „warme“ Fernwärmenetze eine Entfernung von bis zu 200 m ermöglichen, sind bei „kalten“ Netzen auch Distanzen von über einem Kilometer realisierbar.

Das technische Potenzial ist beachtlich: Studien zeigen, dass bis zu 15 % des Wärmebedarfs im deutschen Gebäudesektor – entsprechend bis zu 100 TWh – aus Abwasser gedeckt werden könnten. Dabei wurden bereits realisierte Entzugsleistungen zwischen 20 kW und 2,1 MW dokumentiert. Wärmenetze mit Zieltemperaturen von bis zu 80–90 °C erlauben eine ganzjährige Nutzung.

Geeignete Standorte für die Wärmegewinnung finden sich sowohl in städtischen Verdichtungsräumen als auch in kleineren Kommunen, vorausgesetzt, es existieren ausreichend große Abwassersammler. Für eine Standortbewertung sind drei Kernfragen entscheidend:

- Wo liegen der nächstgelegene Kanal oder die Kläranlage mit geeigneter Einbaulänge?
- Wie viel Abwasser ist dort kontinuierlich verfügbar?
- Welche Temperatur hat das Abwasser?

Während die Projektierung solcher Vorhaben früher komplex und langwierig war, bieten inzwischen einige Kanalnetzbetreiber online verfügbare Energiekarten an. Diese erleichtern eine rasche Bewertung und Planung erheblich – ein Zeichen dafür, dass sich der Markt zunehmend öffnet und

Abwasserwärme zu einem relevanten Bestandteil der kommunalen Energiewende werden könnte. (Dr. Susanne Stark et al., November 2022)

Kläranlagen

Kläranlagen stellen einen der bedeutendsten Energieverbraucher in Deutschland dar. Die knapp 10.000 kommunalen Kläranlagen verbrauchen jährlich etwa 4.400 Gigawattstunden Strom, was etwa dem Output eines durchschnittlichen Kohlekraftwerks entspricht. Dadurch tragen sie nicht nur maßgeblich zu den Stromkosten der Kommunen bei, sondern sind auch ein bedeutender Faktor im kommunalen Klimaschutz, indem sie jährlich rund drei Millionen Tonnen CO₂ emittieren.

Jedoch bieten sich hier erhebliche Möglichkeiten zur Verbesserung: Einerseits können bestehende Anlagen energieeffizienter betrieben werden, andererseits können die bei den Klärprozessen entstehenden Faulgase zur Energieerzeugung genutzt werden. Dies ermöglicht es, fossile Energieträger in der Strom- und Wärmeversorgung durch erneuerbare Energiequellen zu ersetzen. Dies ist bereits in einigen Kommunen erfolgreich umgesetzt worden, wo Kläranlagen mindestens genauso viel Energie produzieren wie sie verbrauchen und somit als 'energieautark' bezeichnet werden können. (Björn Weber, 2023)



Abbildung 24 | Hauptpotenziale zur Steigerung der Energieeffizienz von Kläranlagen (Quelle (Björn Weber, 2023))

4.3.1.3 Potenzial vor Ort

Im Untersuchungsgebiet gibt es eine für die KWP relevante Abwasserleitung (DN800) im nördlichen Bereich des Ortsteils Arendsee. Es gibt zudem eine Kläranlage auf dem Gemeindegebiet. Diese befindet sich im Südwesten des Ortsteils Thielbeer, ca. 700 m von der Ortslage entfernt (vgl. Abbildung 25).

Für die Bewertung des Standorts hinsichtlich der Nutzung von Wärme aus dem Abwasserkanalnetz ist eine detaillierte Analyse der technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen erforderlich. Dies schließt eine einjährige Erfassung der lokalen Abflussmengen und Abwassertemperaturen ein sowie

die Prüfung infrastruktureller Faktoren wie Sanierungsbedarf, Kanalquerschnitte und hydraulische Belastung

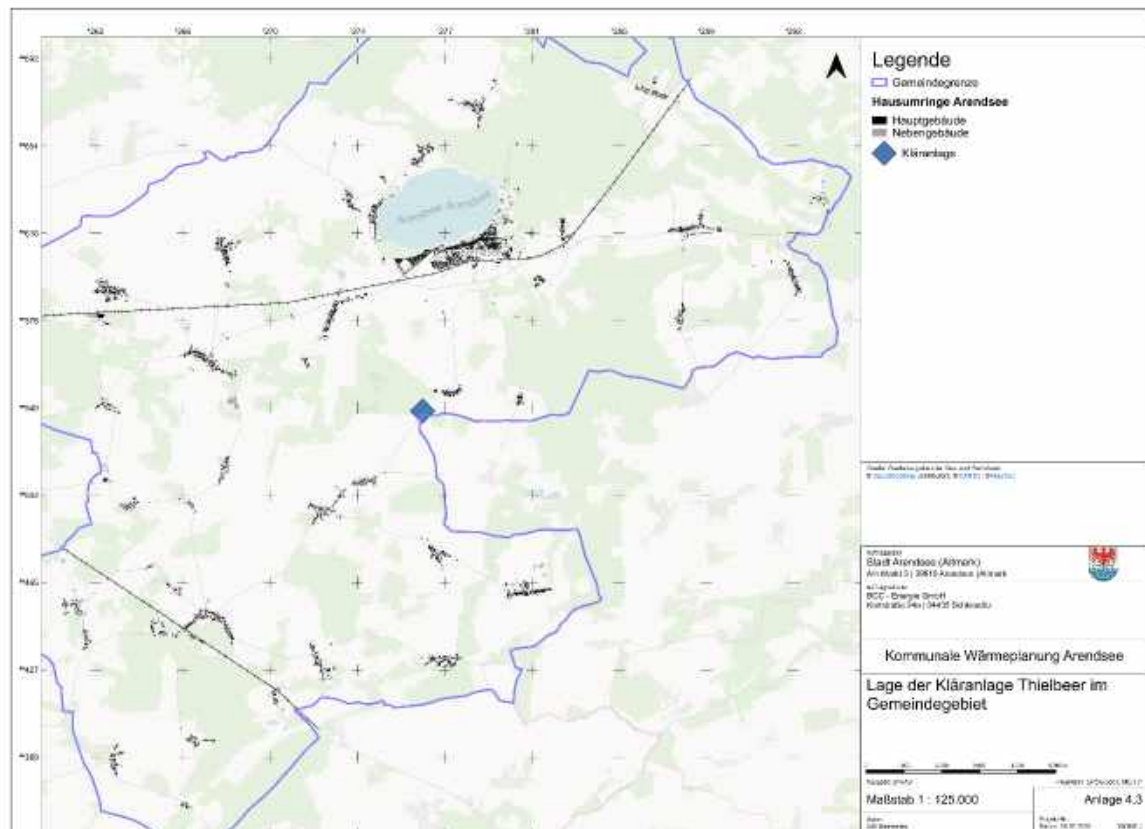


Abbildung 25 | Lage der Kläranlage in Arendsee (Altmark)

Die Parameter des Abwassers am Zulauf der Kläranlage sind in Für eine potenzielle Wärmenutzung aus der Kläranlage ist zu beachten, dass die Betriebstemperatur von 10 °C nicht unterschritten werden darf, da ansonsten die Funktionsfähigkeit der Anlage gefährdet ist.

Tabelle 12 zusammengefasst. Die daraus abgeleiteten theoretischen Potentiale der Wärmeentzugsleistung abhängig von den Temperaturen und dem Volumenstrom sind anschließend textlich aufgeführt.

Die Temperaturen des Abwassers bewegen sich in Abhängigkeit zur Außenlufttemperatur über das Jahr im Mittel um 13 °C, mit einer minimalen Temperatur von 7,8 °C wodurch für die Nutzung der Wärme eine Wärmepumpe notwendig wird. Die Zulaufmenge und damit auch die Abflussmenge schwanken ebenfalls und erreichen in Trockenwetterperioden den Tiefstwert.

- Für den Trockenwetterabfluss werden die Daten, welche zu dem Kanalnetz mit DN800 gehören, herangezogen

Für eine potenzielle Wärmenutzung aus der Kläranlage ist zu beachten, dass die Betriebstemperatur von 10 °C nicht unterschritten werden darf, da ansonsten die Funktionsfähigkeit der Anlage gefährdet ist.

Tabelle 12: Rahmenparameter zur Berechnung des technischen Potenzials der Abwärme aus Abwasser in Arendsee (Altmark)

PARAMETER	WERT/ANNAHME	QUELLE/BEMERKUNG
TROCKENWETTERABFLUSS	36 M ³ /H	MODELLHAFTER ANNAHME
TEMPERATURDATEN	MONATSMITTEL 2024	MESSDATEN Z.J. ALF (K. ÄRANLAGE THIRLBOR)
VORLAUFTEMPERATUR ZIELWERT	65 °C	TECHNISCHE SYSTEMANFORDERUNG
BETRIEBSSTUNDEN	CA. 2.500 H/JAHR	HEIZPERIODE, SAISONAL GEWICHTET
Z.J. ÄSSIGE GRENZTEMPERATUR	>10 °C	PROZESSANFORDERUNG K. ÄRANLAGE
MAXIMALE TEMPERATURSPREIZUNG	5 K	TECHNISCHE BEGRENZUNG (KÜHLUNG VS. MISCHGRADIENT)

Aus den Informationen über die Ablaufwassermenge und deren Temperaturniveau lässt sich eine Entzugsleistung abschätzen. Diese wird unter Annahme einer Temperaturabsenkung von maximal 5 K berechnet.

Nach dem aktuellen Kenntnisstand ist eine thermische Nutzung in den Monaten Januar, Februar, März sowie Dezember ausgeschlossen, da in diesem Zeitraum die Grenztemperatur von 10 °C regelmäßig unterschritten wird. Eine saisonale Nutzung ab dem Frühjahr bis in den Herbst hinein erscheint daher technisch sinnvoll und betrieblich umsetzbar.

Mit einem Trockenwetterabfluss von 36 m³/h und den monatlichen Durchschnittstemperaturen erhält man eine theoretische Entzugsleistung von ca. 42 kW bis 209 kW.

Daraus folgt mit einer Jahresarbeitszahl von ca. 3,7, sowie jährlicher Vollbenutzungsstunden der Wärmepumpe von 2.500h, eine jährliche Wärmemenge von 165 MWh/a. Je nach Abwassertemperatur, Ablaufvolumenstrom und Vollbenutzungsstunden kann auch mehr Energie bzw. weniger entzogen und genutzt werden.

4.3.1.4 Biogas und Biomethananlagen [Landwirtschaft und Gewerbe]

Biogasanlagen haben im Kontext der Energie- und Wärmewende an Bedeutung gewonnen, insbesondere als alternative Quelle zu fossilen Energieträgern wie Erdgas und Heizöl. Während der Ausbau von Biogasanlagen zur Stromerzeugung politisch zunehmend in den Hintergrund tritt, rückt die Nutzung von Biogas in aufbereiteter Form – etwa als Biomethan oder als Ausgangsstoff für synthetische Kraftstoffe – stärker in den Fokus.

Im Zusammenhang mit der kommunalen Wärmeplanung spielen Biogasanlagen eine wichtige Rolle. Sie können sowohl als Lieferanten von klimafreundlichen Wärmeenergieträgern als auch durch die Nutzung ihrer Abwärme zur Versorgung von Nahwärmenetzen beitragen.

Für Anlagenbetreiber besteht ein wirtschaftlicher Anreiz zur Nutzung der Abwärme, da gemäß Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) ein Bonus für die Einspeisung innovativer erneuerbarer Wärme gewährt wird – etwa bei der Einspeisung in Wärmenetze oder der Nutzung zur Raumheizung, Warmwasserbereitung, Kälteerzeugung oder als Prozesswärme.



Abbildung 26 | Biomethan als Energieträger, Quelle: (Christian Löffler, 2022)

BHKW

Nutzbare Abwärmemengen entstehen in Biogasanlagen aufgrund der Verstromung des Biogases in KWK-Anlagen (Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen). Es handelt sich um Abwärme aus Abgasen und Motorabwärme des Generators. Die nutzbaren Abwärmemperaturen liegen zwischen 80 und 90°C.

In den meisten Biogasanlagen wird die Abwärme, zumindest teilweise, für die Beheizung der Fermenter, für die Eigenversorgung in der Heizungsanlage oder die Wärmeversorgung in angeschlossenen Stallanlage genutzt. Dennoch geht häufig ein mehr oder weniger großer Anteil der Abwärme verloren, insbesondere außerhalb der Heizperiode.

Biomethan-Einspeisung

Wird das erzeugte Biomethan nicht oder nur teilweise zur Stromerzeugung genutzt, kann es in ein bestehendes oder neu errichtetes Netz eingespeist und zur Wärmeversorgung in der Kommune verwendet werden. Diese Option gewinnt weiter an Bedeutung, da die Rolle von Biogas und Biomethan im Zuge der Energieversorgungsstrategie gestärkt wurde – insbesondere im Hinblick auf die Versorgungssicherheit und die Reduzierung fossiler Energieimporte.

Politische Maßnahmen der vergangenen Jahre zielten darauf ab, die Biogasproduktion kurzfristig zu flexibilisieren und perspektivisch auszubauen. Hierzu zählten unter anderem zeitlich befristete Ausnahmen von Produktionsobergrenzen sowie Anpassungen im EEG, KWKG und Baugesetzbuch. Ergänzt wurden diese durch eine Anschlussförderung für Bestandsanlagen und neue Ausschreibungsbedingungen für flexible Biomethan-Betriebe. Ziel ist es, die Strom- und Wärmeerzeugung aus Biogas gezielt dort zu ermöglichen, wo sie netzdienlich und effizient einsetzbar ist.

Zunehmend rückt dabei die direkte Wärmenutzung über Nahwärmenetze und Einspeisung in kommunale Infrastrukturen in den Fokus. So kann Biomethan nicht nur als Brennstoff für Spitzenlastkraftwerke dienen, sondern auch einen verlässlichen Beitrag zur Defossilisierung der kommunalen Wärmeversorgung leisten.

Auch wenn viele Maßnahmen ursprünglich als kurzfristige Reaktion auf geopolitische Herausforderungen eingeführt wurden, zeichnet sich ab, dass sie langfristig strukturelle Veränderungen einleiten könnten. Es ist daher sinnvoll, frühzeitig den Dialog mit Biogasanlagenbetreibern zu suchen, um Potenziale für eine intensivere Nutzung von Biomethan und Abwärme im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zu identifizieren und systematisch zu erschließen.

Direkte Abwärmenutzung

Abwärme für ein niedertemperiertes oder kaltes Wärmenetz bietet ggf. der Gärresteaustrag in der Biogasanlage. Vorteilhaft ist ein kontinuierlicher Gärresteaustrag aus dem Nachgärer in das Gärrestelager. Aber auch ein diskontinuierlicher Gärresteaustrag ermöglicht die Abwärmenutzung. Die Gärreste sind ein flüssiges Medium mit ca. 6% TS-Anteil. Sie verlassen den Nachgärer mit Temperaturen zwischen 35 und 42°C. Die spezifische Wärmekapazität entspricht nahezu der von Wasser. Eine Temperaturabsenkung auf ca. 25°C kann je nach Durchflussmenge ganzjährig eine Wärmeleistung für ein niedertemperiertes oder kaltes Wärme mit einer max. Rücklauftemperatur von 25 °C beisteuern.

Potenzial vor Ort

Auf dem Gemeindegebiet befinden sich 12 KWK-Anlagen mit Biogas als Energieträger. Es stehen also Potenziale an Abwärme zur Verfügung. In Abbildung 27 sind die Anlagen standortspezifisch dargestellt.

In den weiteren Ausführungen wird ebenso auf die Kennwerte der jeweiligen Anlagentechnik, sowie möglicher Energiemengen eingegangen.

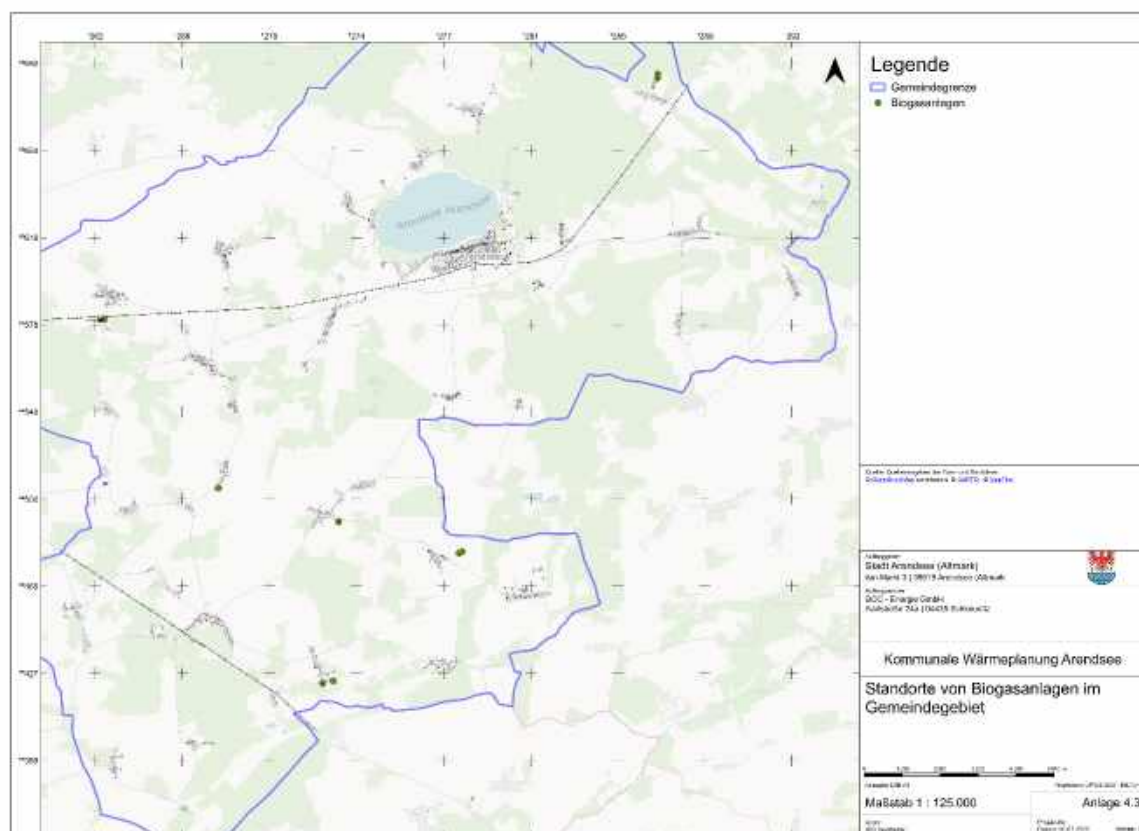


Abbildung 27 | Standorte von Biogas- und Biomethananlagen in Arendsee (Altmark)

Neben den Standorten der jeweiligen Anlagen konnten Kennwerte aus dem Marktstammdatenregister entnommen werden. Diese sind in nachfolgender Tabelle 13 aufgeführt.

Tabelle 13 | Kennwerte der Biogas-BHKWs in Arendsee (Altmark)

Biogas-BHKWs	
BHKW 1 und 2 Agrargenossenschaft Leppin eG	
Abgasseitige Nennleistung	400 kW / 800 kW
Inbetriebnahme	2011 / 2019
Energieträger	Biogas
Erzeugungsart	KWK
Bio Power Binde I und II Bio Power Binde GmbH	
Abgasseitige Nennleistung	536 kW / 536 kW
Inbetriebnahme	2006
Energieträger	Biogas
Erzeugungsart	KWK
BHKW 1 und 2 Bioenergie GmbH Sanne-Kerkuhn	
Abgasseitige Nennleistung	600 kW / 637 kW
Inbetriebnahme	2011 / 2016
Energieträger	Biogas
Erzeugungsart	KWK
BHKW 1 und 2 BGA Kleinau	
Abgasseitige Nennleistung	549 kW / 1202 kW
Inbetriebnahme	2009 / 2022
Energieträger	Biogas
Erzeugungsart	KWK
BHKW 1 und 2 Kälbermast Kerkau GmbH	
Abgasseitige Nennleistung	265 kW / 350 kW
Inbetriebnahme	2012 / 2023
Energieträger	Biogas
Erzeugungsart	KWK
BHKW 1 und 2 Biogasanlage Mechau	
Abgasseitige Nennleistung	370 kW / 370 kW
Inbetriebnahme	2007
Energieträger	Biogas

Erzeugungsart

KWK

Eine Bewertung hinsichtlich des Potenzials zur Nutzung von Wärme aus diesen Anlagen wird für konkrete Fälle analysiert, im Zusammenhang mit den Maßnahmen. Für bestehende Anlagen ist eine Nutzung von Wärme eher unrealistisch, allerdings können die verfügbaren Mengen an bspw. Biogas durch ein neues BHKW, welches konkret für den Zweck der Wärmebereitstellung oder auch einer stromgeführten Betriebsweise errichtet wird, genutzt werden. Somit ergibt sich auch nach dem Auslaufen der Bestandsanlagen aus der EEG-Vergütung eine wirtschaftlich sinnvolle Möglichkeit der Nutzung der biogenen Energieträger.

Zur Veranschaulichung des Potenzials ist nachfolgend berechnet, wieviel Wärme ein Biogas-BHKW mit einer Größenklasse analog zu den Anlagen in Tabelle 13 erzeugen würde.

$$Q_{BHKW} = P_{th,BHKW} \cdot t_{VBH}$$

Dabei wird für die Vollbenutzungsstunden t_{VBH} eine Zeit von 4000 h und als beispielhafte Nennleistung 400 kW angesetzt. Damit ergibt sich eine theoretische Wärmemenge von 1,6 GWh/a.

4.3.2 Solarthermie

4.3.2.1 Dachanlagen

Datenquellen:

Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®)
(Land Sachsen-Anhalt, © 2024 Geodatenportal Sachsen-Anhalt)

Digitales Oberflächenmodell (DOM)
(Land Sachsen-Anhalt, © 2024 Geodatenportal Sachsen-Anhalt)

Für die Stadt Arendsee (Altmark) wurde das Photovoltaik- und Solarthermiepotezial der Dächer im gesamten Gemeindegebiet berechnet. Hinsichtlich der Einrichtung der PV- bzw. Solarthermieranlagen auf Dächern von Denkmalschutzgebäuden ergeben sich nach DenkmSchG keine Einschränkungen. Aus diesem Grund wurden die Denkmalschutzgebäude in der thermischen und energetischen Solarpotenzialberechnung mitbetrachtet. Es wurden nur Gebäude innerhalb der festgelegten Baublöcke analysiert und innerhalb dieser aggregiert. Eine Bewertung von Dachflächen hinsichtlich des Vorhandenseins von bereits errichteten Solarenergieanlagen findet nicht statt.

Die Berechnung des Solarpotenzials (Solarthermie und Photovoltaik) erfolgt auf Basis eines GIS-Berechnungsmodell unter der Berücksichtigung der solaren Einstrahlung. Als Grundlage für die Verortung der Gebäude und für die Berechnung der dienen der Gebäudeumriss (ALKIS) und das flächendeckende Digitale Oberflächenmodell (bDOM) mit Höhendaten vom Geodatenportal Sachsen-Anhalt. Dieses ist in einer Rasterauflösung von 20 cm verfügbar.

Für die Identifizierung geeigneter Dächer wird in der ersten Berechnungsphase die Neigung und die Ausrichtung der Dachflächen bewertet und kategorisiert.

Die Flächen, die eine große Neigung ($> 70^\circ$) oder eine Nord-Ausrichtung aufweisen, sowie Flächen unter 20 m^2 werden ausgeschlossen. Für die verbleibenden Dächer wird anschließend eine Einteilung hinsichtlich der Ausrichtung vorgenommen. Dabei werden Süddächer und Ost-/Westdächer, sowie Flachdächer unterschieden.

Das Energiepotenzial wurde anschließend wie folgt ermittelt:

$$E_{\text{Solar}} = A_{\text{Kollektor}}[\text{m}^2] \cdot \text{spez. Ertrag}_{\text{PV o. ST}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \cdot \text{a} \right]$$

Wobei für die nutzbare Kollektorfläche $A_{\text{Kollektor}}$ angenommen wurde, dass etwa 70% der verfügbaren Dachfläche belegt werden können. Für den spezifischen Ertrag wurden jeweils Annahmen getroffen für die Ausrichtung des Daches und die Systemverluste im Falle der Photovoltaik bzw. der Systemverluste, sowie dem solaren Nutzungsgrad im Falle der Solarthermie.

Letzterer beschreibt den Anteil an Energie der tatsächlich im System genutzt werden kann, im Vergleich zu der Energiemenge, den die Anlage erzeugt bzw. erzeugen könnte.

Für das Flachdach ist außerdem angenommen, dass hier eine optimale Aufstellung der Module erfolgen kann hinsichtlich Neigung und Ausrichtung nach Süden.

Damit ergeben sich für den spezifischen Ertrag für die Berechnung des Photovoltaikpotenzials folgende Werte (Solarstrahlung inkl. Systemverlusten von 14%):

- Flachdach: $225 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$
- Süddach: $225 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$
- Ost-/Westdach: $190 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$

Hinsichtlich des Leistungsverhältnisses von PV-Anlagen ist im Laufe der Zeit mit einer Leistungsdegradation der PV-Module zu rechnen.

Für die Solarthermie und deren spezifischen Ertrag sind folgende Werte zu Grunde gelegt worden (Solarstrahlung inkl. Systemverlusten und solarem Nutzungsgrad von 40%):

- Flachdach: 490 kWh/m²·a
- Süddach: 490 kWh/m²·a
- Ost-/Westdach: 350 kWh/m²·a

Die Berechnung Energiepotenzials erfolgt nur mit groben Kennzahlen. Je nach individueller Lage und Gegebenheiten schwanken die errechneten Werte um den tatsächlich zu erwartenden Wert. Der Datensatz, indem die einzelnen Dachflächen mit Ihren Parametern verfügbar sind, wird der Kommune zur Verfügung gestellt.

Abbildung 28 fasst das Solarthermiepotenzial am Kollektor je Baublock zusammen.

Besonders auffallend sind die hohen Werte in den Industrie- und Gewerbegebieten. Dort liegen vor allem große Industrie- oder Gewerbegebäude. Diese großen Dachflächen mit hohen Solarpotenzialen sind für die Wärmeplanung von besonderer Bedeutung, da sich hier mögliche Energiequellen für ein Wärmenetz ergeben, aber auch eine gute Möglichkeit der Mehrfachnutzung von Flächen zur Energieerzeugung.

Insgesamt ergibt sich ein ST-Potenzial von knapp 247.200 MWh auf Dachflächen zur Wärmeerzeugung. Die höchsten Erträge werden in den Sommermonaten erzielt, während die höchsten Wärmeverbräuche in den Wintermonaten vorkommen und damit Speicher nötig wären. Für ein Wärmenetz sind insgesamt vor allem die flächenmäßig größten Gebäude im Gemeindegebiet von Bedeutung. Die Potenziale der einzelnen Gebäude dienen als Orientierungshilfe für individuelle Entscheidungen.

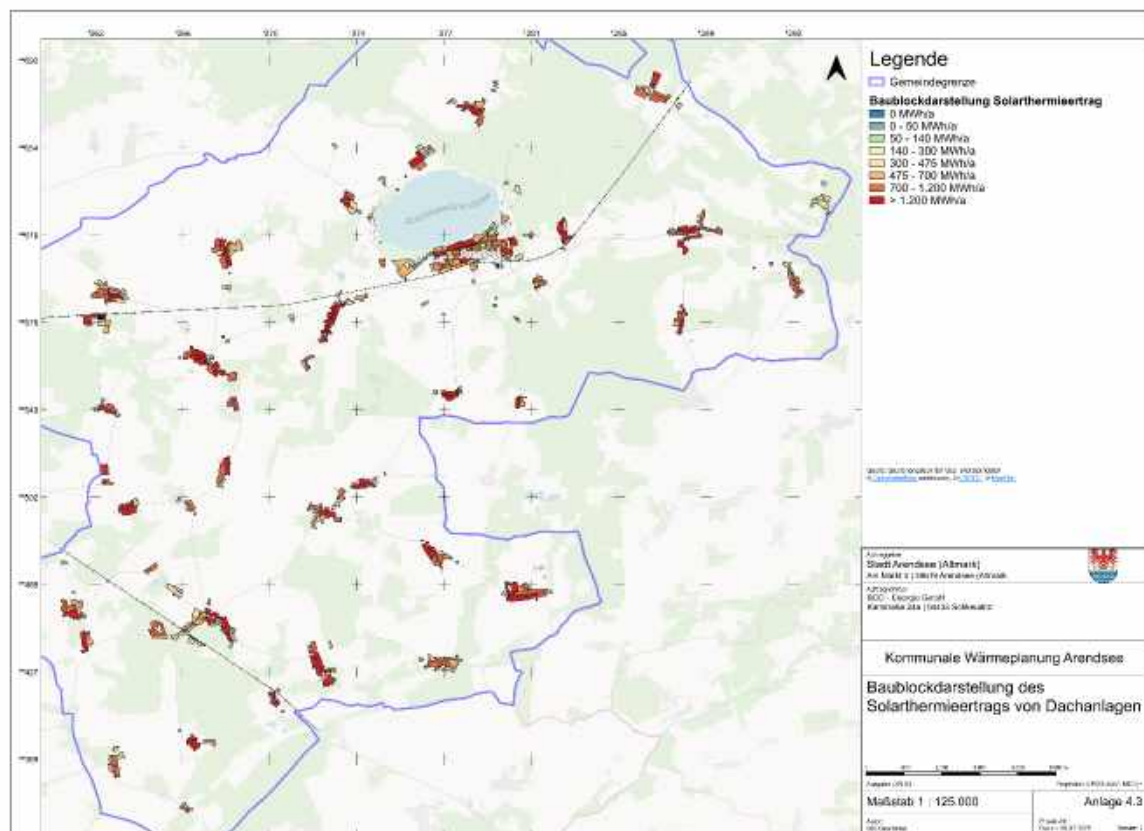


Abbildung 28 | Solarthermie-Potenzial von Dachanlagen in der Stadt Arendsee (Altmark) nach Baublöcken

4.3.2.2 Freiflächenanlagen

Datenquellen:

Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®)
(Land Sachsen-Anhalt, © 2024 Geodatenportal Sachsen-Anhalt)

Gesamträumliches Konzept zu Photovoltaikfreiflächenstandorten im Gebiet der Einheitsgemeinde Arendsee (Altmark) (Stadt Arendsee (Altmark), 25.08.2023)

Das Solarpotenzial kann auch mit Freiflächenanlagen genutzt werden, besonders auf Flächen, die keinen besonderen landwirtschaftlichen Wert besitzen. Im Rahmen der Wärmeplanung wird das Freiflächenpotenzial als mögliche Energiequelle für eine leitungsgebundene Versorgung untersucht. Die vom Landesgericht Sachsen-Anhalt beschlossene Freiflächenanlagenverordnung (FFAVO) regelt, welche Flächen nicht für diesen Zweck genutzt werden dürfen. Diese sind hauptsächlich geschützte Gebiete aus den Bereichen Wasser, Natur und Landschaft. Außerdem enthält die FFAVO eine Liste der benachteiligten Flächen, für denen eine Nutzung als Solarpark besonders in relevant sein kann.

Die Stadt Arendsee (Altmark) hat im Jahr 2023 ein „Gesamträumliches Konzept zu Photovoltaikfreiflächenstandorten im Gebiet der Einheitsgemeinde Arendsee (Altmark)“ (PV-FFA) in der Stadt Arendsee (Altmark) herausgebracht. Insgesamt weist das Konzept ca. 463,40 ha auf 19 geeigneten Flächen im gesamten Stadtgebiet für FFA aus. Die komplette Auflistung der Flächen, sowie das dazugehörige Kartenwerk sind im Konzept der Stadt Arendsee (Altmark) selbst einsehbar.

Für die Wärmeplanung wurden hier die geeigneten Flächen übernommen und untenstehend mit aufgeführt. Die Beschreibung, Bemerkungen und Hinweise wurden dabei aus dem bestehenden Konzept übernommen.

Analog zu den Festlegungen in dem Gesamträumlichen Konzept werden diese Flächen zur Betrachtung des Potentials für Solarthermieranlagen herangezogen.

Derzeit befindet sich auf der Fläche 4 bereits eine Anlage in der Realisierung. Dabei handelt es sich um eine Freiflächen-PV-Anlage. Diese soll Ende 2025 in Betrieb gehen.

Die oben beschriebenen Flächen sind in nachfolgender Karte dargestellt.

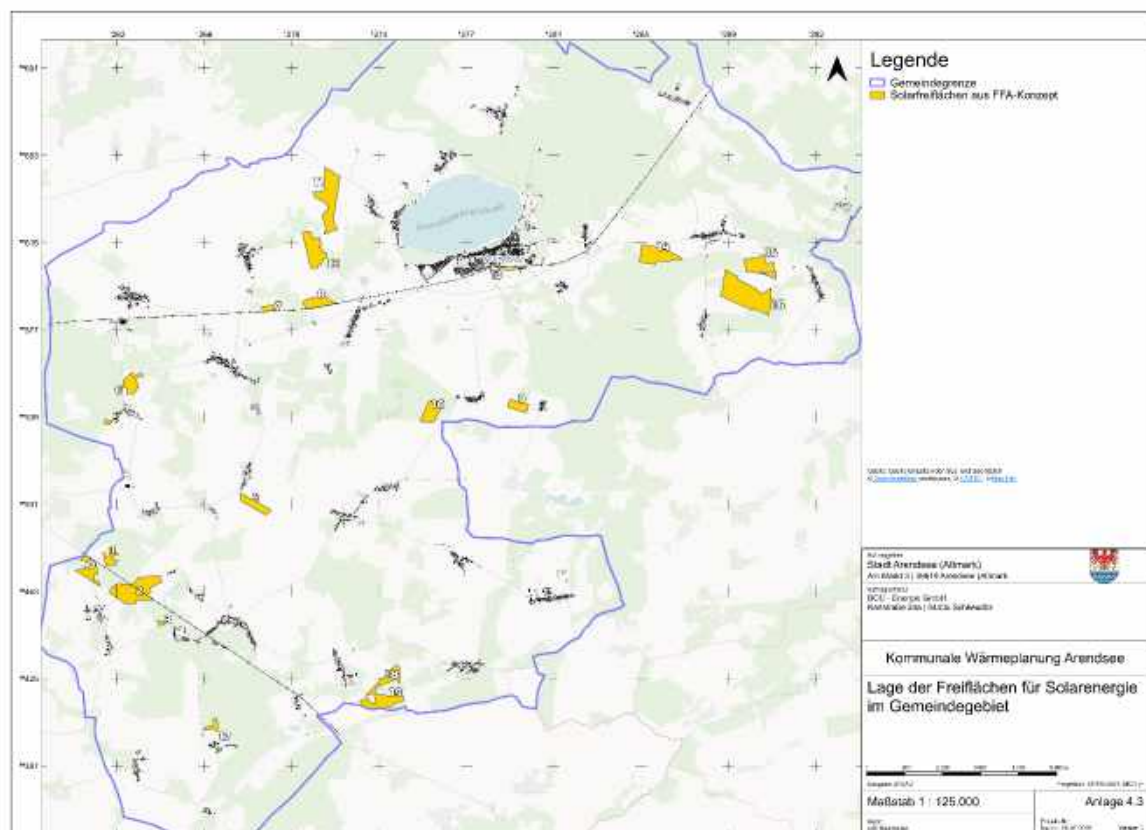


Abbildung 29 | potenzielle Flächen für Solarfreiflächenanlagen der Stadt nach dem Freiflächenkonzept

Auf Grundlage der Flächen lässt sich abschätzen, wieviel Energie eine jeweils auf dem Areal errichtete Freiflächenanlage bereitstellen könnte. Für die Solarthermiefreiflächenanlagen wurde dabei davon ausgegangen, dass die verfügbare Fläche zu 80 % mit Kollektoren belegt werden kann. Als Anhaltspunkt für den Ertrag wurde ein Wert von 2000 MWh/a als zu erwartender Ertrag gewählt. Da im Falle der Solarthermie nicht die gesamte Energie nutzbar ist wurde ein solarer Nutzungsgrad von 60 % angesetzt. Dies beinhaltet bereits die Annahme, dass die Anlage zusammen mit einem Großwärmespeicher betrieben wird. Mit diesen Annahmen ergeben sich für die Flächen folgende Ertragswerte:

Tabelle 14: Erträge der Solarthermie-Freiflächenanlagen auf den ausgewiesenen Flächen, kursiv: in Realisierung befindliche Fläche

Nr.	Verfügbare Fläche in ha	Ertrag in MWh/a
0	18,98	182.190
1	10,21	98.002
2	57,17	548.843
3	1,83	17.546
4	<i>15,10</i>	<i>144.922</i>
5	1,98	18.973
6	16,15	155.066
7	4,47	42.955
8	17,82	171.080
9	11,65	111.879
10	20,80	199.693
11	54,52	523.421
12	34,59	332.027
13	3,62	34.794
14	34,61	332.249
15	28,00	268.832
16	78,77	756.228
17	5,42	51.992
18	18,98	182.196

Eine Bewertung der Flächen hinsichtlich der Nutzbarkeit, findet, wenn geeignet, in der Maßnahmenentwicklung des Zielszenarios statt.

4.3.3 Geothermie

Datenquellen:

Bachmann et al. 2008

(Bachmann, Gerhard H.; Ehlig, Rodo. Carlo; Fehner, Rudolf; Schwab, Max (Hg.) (2008): Geologie von Sachsen-Anhalt. Stuttgart: Schweizerbart)

Katzung und Ehmke 1993

(Katzung, G.; Ehmke, G. (1993): Das Präerztar in Ostdeutschland. Strukturstockwerke und ihre regionale Gliederung. Köln: Verlag Sven von Loga)

Voigt et al. 2006

(Voigt, Thomas; Wiese, Frank; Dynast, Hilmar von; Franzke, H. J.; Caupo, R. (2006): Facies evolution of syn-tectonic Upper Cretaceous deposits in the Subhercynian Cretaceous Basin and adjoining areas (Germany). in: Zeitschrift der deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften 157 (2), S. 203–214)

Wagenbreth und Steiner 1990

(Wagenbreth, Otfried; Steiner, Walter (1990): Geologische Streifzüge. Landschaft und Erdgeschichte zwischen Kap Arkona und Fichtenberg. 4., unveränderte Auflage. Leipzig: Dt. Verl. für Grundstoffindustrie)

4.3.3.1 Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie bezieht sich auf die Nutzung von Erdwärme aus einer Tiefe von bis zu 400 Metern. Da die dort verfügbaren Temperaturen für die direkte Wärmebereitstellung nicht ausreichen, muss die gewonnene Wärme zunächst auf ein nutzbares Temperaturniveau angehoben werden. Dafür werden Wärmepumpen eingesetzt, welche die Erdwärme als Wärmequelle nutzen. Dabei werden typischerweise Jahresarbeitszahlen von 4–6 erreicht.

Zu den Vorteilen oberflächennaher Geothermie:

- Nahezu konstante Wärmequelle
- Temperaturniveau sehr gut für Wärmepumpen geeignet
- Geringe Betriebskosten
- Lange Lebensdauer

Die Nutzung von oberflächennaher Geothermie bringt aber ebenso Hindernisse mit sich, z.B.:

- Bergbaurechtliche und Wasserwirtschaftliche Aspekte
- Regelungen des Lagerstättengesetzes
- Standortabhängigkeit
- Erschließung teuer
- Auskühlung des Erdreichs möglich

Grundsätzlich werden drei verschiedene Arten der „Gewinnung“ der Erdwärme unterschieden, dargestellt in nachfolgender Grafik.

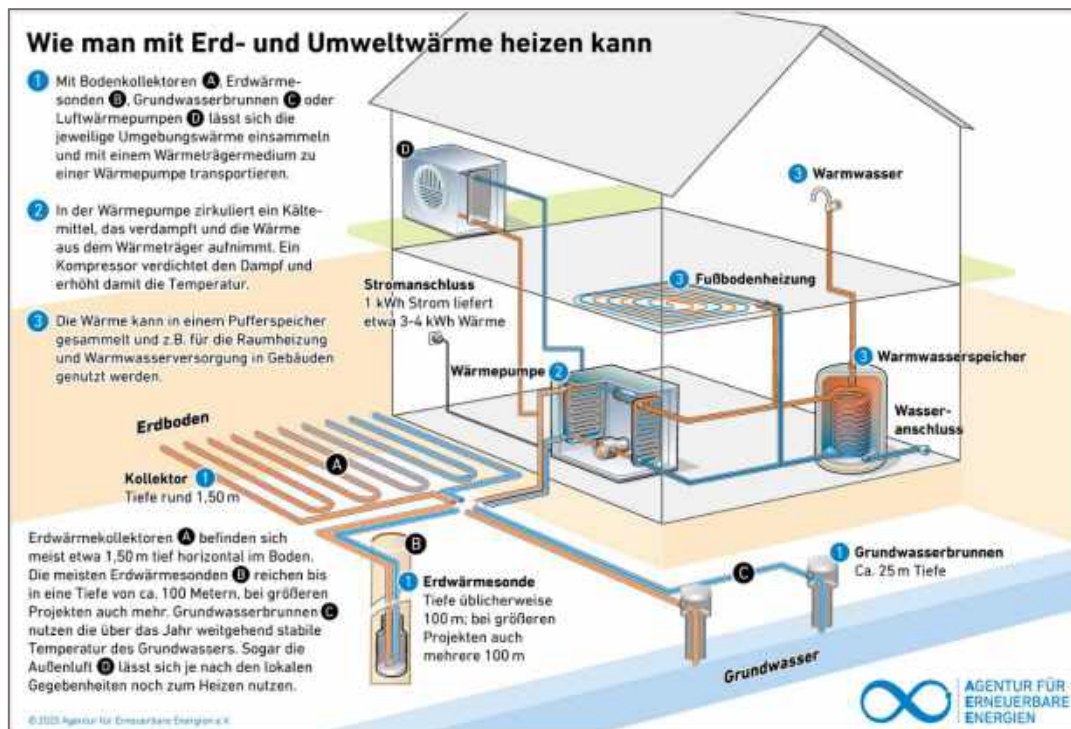


Abbildung 30 | Erdwärme als Wärmequelle zur Gebäudeheizung; Quelle: <https://www.unendlich-viel-energie.de/media/image/78361.AFF> Oberflächennahe Geothermie Maer723.jpg

4.3.3.1.1 Erdwärmesonden

Erdwärmesonden werden als senkrechte Bohrungen niedergebracht, in die Rohre eingelassen und durch eine Art Zement fest eingebaut. Die Rohre sind mit einer Wärmeträgerflüssigkeit, normalerweise Wasser mit einem speziellen Frostschutzmittel, gefüllt, die die Wärme aus dem Erdreich aufnimmt und an die Oberfläche zur Wärmepumpe transportiert. Ein bis zwei Bohrungen reichen für die Beheizung eines Einfamilienhauses aus. Auch komplette Wohngebiete lassen sich auf diese Weise versorgen.

Bei größeren Anlagen, für die viele Erdwärmesondenlöcher gebohrt werden müssen, führt man vor der Erstellung eines solchen Sondenfeldes einen so genannten Thermal Response Test durch. Er liefert Daten über den Untergrund, wie beispielsweise die Wärmeleitfähigkeit des Bodens. Dadurch kann ein Planer berechnen, wie viele Bohrungen mit welcher Tiefe benötigt werden. Dadurch können Bohrmeter und damit Kosten eingespart werden, während gleichzeitig sichergestellt ist, dass sich die einzelnen Sondenbohrungen in ihrer Leistung nicht gegenseitig beeinträchtigen.

Kennwerte

Typische Tiefen

40 – 100 m

Platzbedarf

eine oder mehrere vertikale Bohrungen mit einem Bohrdurchmesser von mind. 150 mm
Abstände der Sonden zur Grundstücksgrenze mind. 3 m und untereinander mind. 6 m

Material

Wärmetauscherrohre aus Kunststoff (bevorzugt aus PE-X oder PE-RC-100 Kunststoffe);
Frostfreier Betrieb oder Frost-Tau-Wechsel-beständiges sowie thermisch verbessertes
Verpressmaterial

Baulicher Aufwand

Erdbohrung(en) mittels Bohrgerät

Investitionskosten

550–850 € pro kW Heizleistung

4.3.3.1.2 Erdwärmekollektoren (Flächenkollektoren)

Erdwärmekollektoren werden in horizontalen Schlangenlinien in Tiefen von 80 bis 160 Zentimetern verlegt. Ähnlich wie bei Erdwärmesonden zirkuliert hier eine Mischung aus Wasser und Frostschutzmittel. Die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen in diesen Tiefen beeinflussen die Untergrundtemperaturen. Im Vergleich zu Erdwärmesonden sind die nutzbaren Temperaturen im Winter niedriger, aber dennoch ausreichend für den effizienten Betrieb von Wärmepumpen. Es ist wichtig, dass die Kollektoren in einem Untergrund verlegt werden, der Feuchte halten kann, um die Wärmeleitfähigkeit zu maximieren. Überbauungen sollten vermieden werden, da Regenwasser Wärme in den Boden einbringt. Eine alternative Variante sind Spiralkollektoren, auch Erdwärmekörbe genannt, die in bestimmten Abständen in den Boden eingebracht werden und weniger Aushubarbeiten erfordern.

Kennwerte

Typische Tiefen

ca. 1,20–1,50 m; ca. 30 cm unter der örtlichen Frostgrenze

Platzbedarf

Als Richtwert ~2x beheizte Wohnfläche an Kollektorfläche erforderlich

Material

Wärmetauscherrohre aus Kunststoff (bevorzugt PE-X oder PE-RC 100 Material)

Baulicher Aufwand

Ganzflächiges Abtragen und Wiederaufbringen des Erdreichs

Investitionskosten

250–350 € pro kW Heizleistung

4.3.3.1.3 Grundwasserbrunnen

Aufgrund der in Deutschland ganzjährig konstanten Grundwassertemperaturen von 8–11 °C kann Grundwasser, in Abhängigkeit von den hydrogeologischen Voraussetzungen vor Ort, eine energetisch effiziente Wärmequelle darstellen. In Siedlungsgebieten sind die Grundwassertemperaturen sogar noch etwas höher.

Benötigt werden zwei Brunnen von rund 20 Metern Tiefe. Durch einen Förderbrunnen wird das Grundwasser an die Oberfläche gepumpt. Dort wird die Wärme des Grundwassers übertragen, bevor das Wasser über einen Schluckbrunnen wieder ins Erdreich zurückgeführt wird. Brunnensysteme erfordern eine gewisse Pflege und häufig Filtereinrichtungen, die verhindern sollen, dass Fremdstoffe im Wasser die Schluckbrunnen verstopfen.

Grundwasserwärmepumpen lassen sich daher gewöhnlich erst ab einer Mindestgröße (ca. 35 kW Wärmebedarf) wirtschaftlich sinnvoll errichten. Dann sind sie jedoch durch die vergleichsweise hohen Wärmeleistungen pro Brunnenbohrung sehr günstig. Bei größeren Gebäuden sind Grundwasserwärmepumpen daher eine interessante Alternative. Steht genügend Grundwasser zur Verfügung können Grundwasserbrunnenanlagen in Verbindung mit Wärmepumpen auch zur Versorgung ganzer Wohngebiete eingesetzt werden. Statt des Grundwassers können in ähnlicher Form auch Oberflächengewässer genutzt werden.

Kennwerte

Typische Tiefen

abhängig von den hydrogeologischen und hydraulischen Verhältnissen; beim Ein- und Zweifamilienhaus sind Tiefen bis 30 m wirtschaftlich

Platzbedarf

zwei Brunnen (einer zur Förderung, einer zur Rückführung des Grundwassers) mit einem Mindestabstand von in der Regel 10–15 m; Ausbaudurchmesser der Brunnen je nach örtlichen Verhältnissen von 12,5 bis 150 cm

Material

Wärmetauscherrohre aus Kunststoff (bevorzugt aus PE-X oder PE-RC-100 Kunststoffe);
frostfreier Betrieb oder Frost-Tau-Wechsel-beständiges sowie thermisch verbessertes
Verpressmaterial

Baulicher Aufwand

Bohrungen mittels Bohrgerät

fachgerechter Brunnenausbau nach den entsprechenden Richtlinien

Investitionskosten

je nach Tiefe und Untergrundbeschaffenheit beim Ein- oder Mehrfamilienhaus etwa 3.000–9.000 € inkl. Förderpumpe

4.3.3.2 Tiefe und Mitteltiefe Geothermie

Tiefe Geothermie bezeichnet die Nutzung der Erdwärme, die aus Bohrtiefen von typischerweise mehr als 400 Metern gewonnen wird, wobei einige Definitionen Tiefen von 500 Metern oder sogar 1000 Metern ansetzen. In diesen Tiefen sind die Temperaturen deutlich höher als in oberflächennahen Schichten. Die Unterscheidung ist von entscheidender Bedeutung, da die tiefe Geothermie direkt hohe Temperaturen für Fernwärme und industrielle Prozesse sowie zur Stromerzeugung liefern kann, während oberflächennahe Systeme hauptsächlich für Anwendungen mit niedrigeren Temperaturen konzipiert sind.² In der Erdkruste steigt die Temperatur durchschnittlich um etwa 3 bis 5 °C pro 100 Meter Tiefe an, was eine konstante Wärmezufuhr gewährleistet.

Kennwerte

Typische Tiefen

400 – 5.000 m

Platzbedarf

Relativ geringer oberirdischer Platzbedarf: ca. 2.000 – 5.000 m² für eine Dublette

Material

Bohrtechnik: Spezialbohrgestänge, Bohrspülung, Zementierung

Rohrleitungen: korrosionsbeständige Materialien

Wärmetauscher & Pumpen: für hohe Temperaturen und mineralhaltiges Wasser ausgelegt

Baulicher Aufwand

Tiefenbohrung technisch anspruchsvoll,

mehrere Wochen bis Monate Bohrzeit pro Bohrung,

Genehmigungsverfahren und geologische Vorerkundung erforderlich

Investitionskosten

hängt stark von Standort, Bohrtiefe, geologischen Bedingungen und Systemauslegung ab;

für Mittlere Anlagen etwa 1.500–3.000 €/kW Heizleistung

4.3.3.3 Grubenwasser und Hohlräume

Grubenwasser ist Wasser, das sich in gefluteten, stillgelegten Bergbauschächten und Stollensystemen ansammelt. Dieses Wasser nimmt die Temperatur des umgebenden Gebirges an, wobei die Temperatur mit zunehmender Teufe entsprechend dem geothermischen Gradienten ansteigt. Typische Temperaturen liegen zwischen 20 und 30 °C, können aber in einigen Fällen auch bis zu 48 °C erreichen.

Das grundlegende Prinzip der thermischen Nutzung beruht auf einem Kreislauf: Warmes Grubenwasser wird aus dem Grubensystem gefördert, seine thermische Energie wird genutzt, und das abgekühlte Wasser wird anschließend wieder in das Grubensystem zurückgeführt.³ Dieser Prozess gewährleistet eine konstante Wasserbilanz und ermöglicht eine kontinuierliche Energiegewinnung.³ Die großen, künstlich geschaffenen Wärmeübertragungsflächen innerhalb der gefluteten Grubengebäude, verbunden mit einer hohen Wasserdurchlässigkeit zwischen Kavernen, Schächten und Stollen, führen zu erheblichen Wärmepotenzialen.⁴ Für die Gewinnung der Erdwärme aus Grubenwasser existieren im Wesentlichen zwei Verfahren: das Dublettensystem, das eine größere Energiemenge kontinuierlich gewinnen kann, und das Einzelondensystem, das kostengünstiger ist.

Kennwerte

Typische Tiefen

abhängig von der Tiefe der ehemaligen Stollen und Schächte; typische Förderhorizonte befinden sich häufig bei 300–800 Metern Tiefe.

Platzbedarf

zwei Brunnen (einer zur Förderung, einer zur Rückführung des Grundwassers) mit einem Mindestabstand von in der Regel 10–15 m; Ausbaudurchmesser der Brunnen je nach örtlichen Verhältnissen von 12,5 bis 150 cm

Material

Korrosionsbeständige Metalle, Nanobeschichtungen gegen Fouling, Kunststoffe wie PE oder PTFE bei aggressiver Wasserchemie

Baulicher Aufwand

Bohrungen in alte Schächte oder Stollen,
Wasserhaltungssysteme müssen ggf. reaktiviert oder angepasst werden,
Genehmigungen nach Bergrecht und Wasserrecht erforderlich

Investitionskosten

Variieren stark je nach Standort und System,
Für Mitttelgroße Anlagen etwa 1.500–3.000 €/kW Heizleistung

4.3.3.4 Potenzial vor Ort

Für eine erfolgreiche Exploration hydrogeothermischer Reservoirs ist das Verständnis der existierenden Bruchsysteme von entscheidender Bedeutung. In vielen porösen Reservoirgesteinen ist die Permeabilität so gering, dass Brüche einen signifikanten positiven Einfluss auf den Fluidtransport haben können. Das Aufsuchen solcher hochpermeabler Störungszonen kann daher für den Erfolg einer hydrogeothermischen Erschließung entscheidend sein. Im Rahmen einer weiterführenden geothermischen Vorerkundung sollten die Charakteristika vorhandener Störungszonen und ihre Orientierung im regionalen Spannungsfeld möglichst genau interpretiert werden, um das

Im Gemeindegebiet der Stadt Arendsee (Altmark) sind verschiedene geothermische Potenziale zu erwarten, die in der Potenzialkarte Geothermie aufgeführt sind (siehe Abbildung 31). Gebiete in ehemaligen Bergbauarealen wurden ausgeschlossen. Ebenso wurden Flächen in naturschutzrechtlich geschützten Bereichen, Überschwemmungsgebieten, Wäldern, Gewässern sowie überbauten Arealen nicht in die Potenzialermittlung einbezogen.

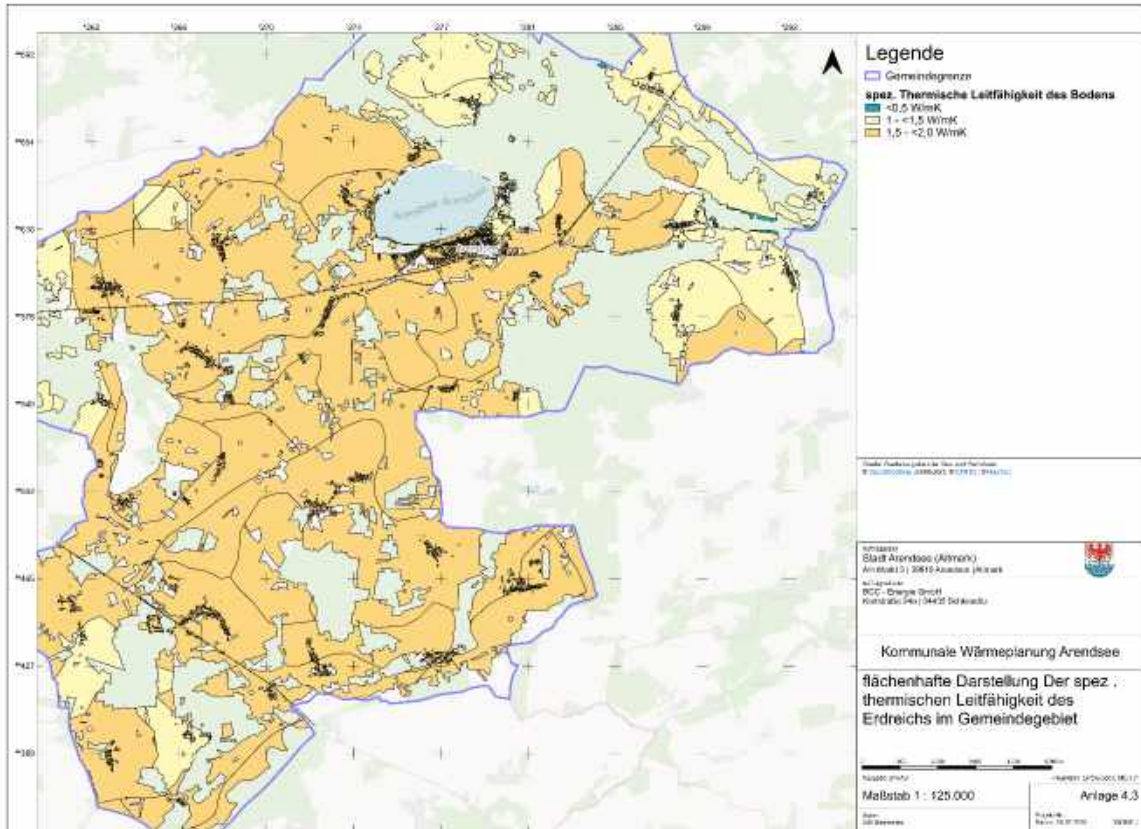


Abbildung 31: Karte der geothermischen Potenziale der Stadt Arendsee (Altmark).

Die angegebene thermische Leitfähigkeit gibt dabei eine Leistung je Meter Sonde im Erdreich an, bei einer Temperaturänderung um 1 K. Praktisch angewendet heißt das, dass eine 100 m lange Sonde bei einem Erdreich mit der spezifischen Entzugsleistung von 1 W/mK bei einer Temperaturdifferenz zwischen dem Wärmetauschermedium und dem Erdreich von 5 K eine Wärmeleistung von 500 W erbringen würde. Dementsprechend sind Gebiete mit einer höheren spezifischen Entzugsleistung besser geeignet für die Nutzung oberflächennaher Geothermie.

Die VDI-Richtlinie 4640 stellt für kleinere Anlagen mit Heizleistungen bis zu 30 kW Tabellen zur Verfügung, welche die Entzugsleistung abhängig von der Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds und der Anzahl der am Standort installierten Erdwärmesonden enthalten. Es wird angenommen, dass die Sonden in einem Abstand von 6 m zueinander in den Untergrund eingelassen werden und die minimale Temperatur des Wärmeträgermediums bei Austritt aus der Wärmepumpe $\geq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ beträgt.

Für den Betrieb einer Sole-Sole Wärmepumpe mit 1800 Jahresvollaststunden und einer Spez. Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs von 1,5 W/mK kann demnach eine Sonde am Standort etwa 3 kW Heizlast bereitstellen.

Ein Einfamilienhaus mit 150 m² Wohnfläche aus dem Baujahr 1980–1995 weist typischerweise eine Heizlast von 10 bis 20 kW auf. Um diese Leistung vollständig zu decken, wäre in diesem Fall und für diesen Standort eine größere Anzahl an Erdwärmesonden erforderlich.

Bei der Installation mehrerer Erdwärmesonden mit dem beschriebenen Abstand ist zu berücksichtigen, dass thermische Wechselwirkungen zwischen den Sonden auftreten können, welche die Entzugsleistung der einzelnen Sonden mindern. Infolgedessen steigt die Gesamtentzugsleistung nicht proportional mit der Anzahl der installierten Sonden. Laut Angaben der VDI ergibt sich bei der Installation von drei Sonden und einer Spez. Wärmeleitfähigkeit von 1,5 W/mK beispielsweise eine Gesamtentzugsleistung von etwa 8 kW.

Die genaue Leistung und Anzahl an Sonden für den speziellen Anwendungsfall muss allerdings durch Testbohrungen noch genau bestimmt und an die Rahmenbedingungen angepasst werden. Die hier aufgeführten Werte sind allerdings als eine erste Indikation nutzbar.

Für die tiefengeothermische Nutzung ist nach derzeitigem Stand Potenzial vorhanden.

Die flächenhafte Darstellung der Temperaturverteilung im Untergrund des Gemeindegebiets zeigt das hydrothermische Potenzial (siehe Abbildung 32).

Die dargestellten Temperaturbereiche sind dabei wie folgt zu bewerten:

- **40–60 °C:** Diese Zonen eignen sich vor allem für Anwendungen mit niedrigem Temperaturniveau, wie z.B. die Einspeisung in Niedertemperatur-Nahwärmenetze oder für industrielle Prozesse mit moderatem Wärmebedarf.
- **60–100 °C:** In diesen Bereichen ist eine Nutzung für klassische Heizwärmeanwendungen. Auch eine Kombination mit Wärmepumpentechnologie kann hier wirtschaftlich sinnvoll sein.
- **100–130 °C:** Diese Temperaturbereiche bieten ein hohes Potenzial für die direkte Nutzung in Fernwärmenetzen sowie – bei ausreichendem Volumenstrom – für die Stromerzeugung mittels ORC-Technologie (Organic Rankine Cycle).

Die Karte zeigt zudem die Lage der vorhandenen Tiefenbohrung. Die bestehende Bohrung aus dem Jahr 1982 hat eine Endteufe von 4,37 km. Eine mögliche Nutzung zur als Wärmequelle wurde in der Vergangenheit bereits untersucht und die einzelnen Segmente der Bohrung mit verschiedenen Nutzungsformen verbunden. Dabei wurde auch die Nutzung des gesamten verrohrten Bohrlochs mit einer thermischen Leistung von bis zu 1 MW bewertet.

Die Bohrung, als auch die verschiedenen Temperaturbereiche für die Nutzung von Tiefengeothermie sind in Abbildung 32 dargestellt.

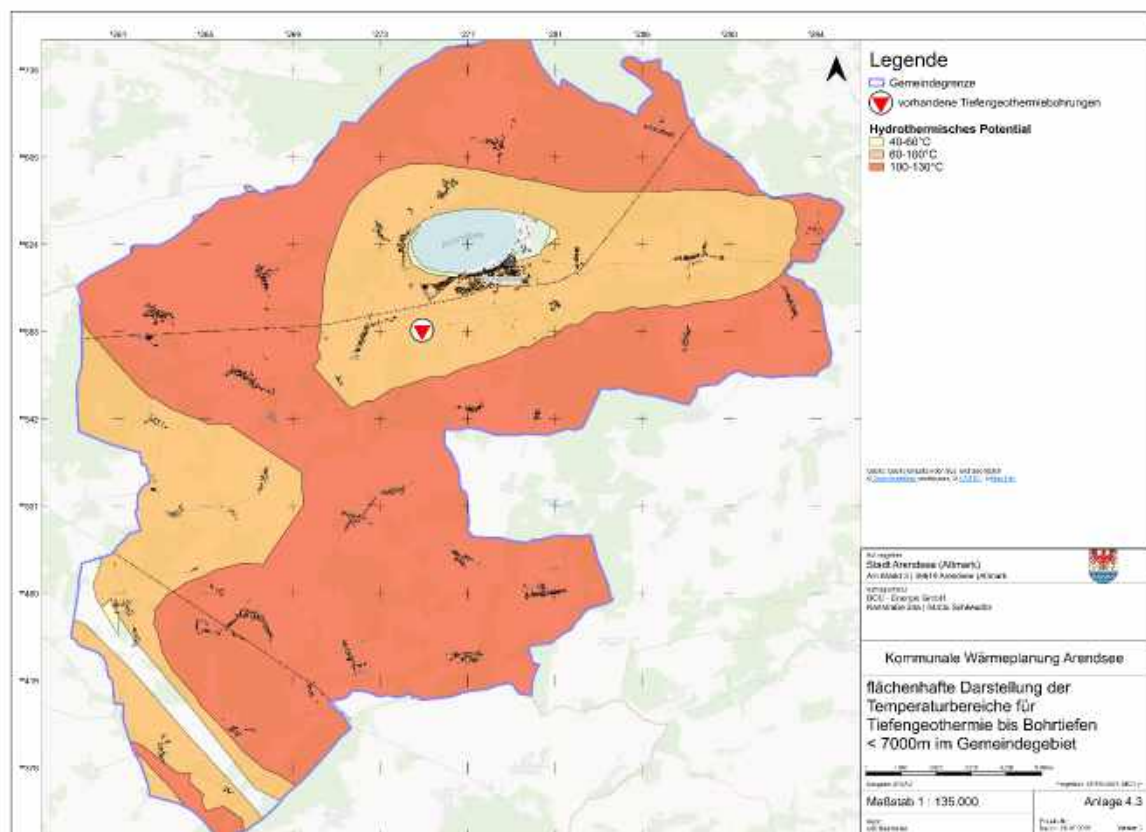


Abbildung 32: Tiefengeothermisches Potenzial und bestehende Tiefenbohrungen im Gemeindegebiet

Risiken bei der geothermischen Erschließung umfassen unter anderem aufsteigende sulfathaltige Wässer. Dies führt zu erhöhten Anforderungen an Wärmetauscherflächen und die Nutzung von sulfatresistentem Beton.

4.3.4 Aquathermie

Datenquellen:

IGKB, 2018

(Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) (2018): Bodensee-Richtlinien 2005 mit Änderung des Kapitel 5 vom 13.05.2014 und Änderungen des Kapitel 6 vom 09.05.2018)

Van Treeck und Wolter, 2021

(van Treeck, Ruben; Wolter, Christian (2021): Temperaturempfindlichkeiten der Fischgemeinschaften in deutschen Fließgewässern – Überprüfung der Orientierungswerte für die Temperatur. Abschlussbericht. Projekt O 10.20 des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2020. Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei. Online verfügbar unter https://gewaesserbewertung.de/files/o_10.20_211119_endbericht_o10.20_tempempf_fische.pdf, zuletzt geprüft am 23.02.23.)

Projektgruppe Seethermie, 2021

(J. Schmidt, K. Roselt, G. Hesse, S. Böttger, B. Felgentreff, M.-J. Hloucal, D. Leßmann, S. Mix, M. Safarik, C. Steffan, W. Uhlmann (2021): Seethermie – innovative Wärmeversorgung aus Tagebauseen. Schlussbericht. Studie im Auftrag der Innovationsregion Mitteldeutschland. Jena, Dresden, Cottbus, Leipzig, 23.07.2021
Online verfügbar unter: https://transformationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2021/07/20210723_Schlussbericht-Seethermie_1angfassung.pdf, zuletzt geprüft am 28.07.2025)

Neben der Umgebungsluft, dem Erdreich, der Sonnenstrahlung und Abwasser stellen Oberflächengewässer eine potenziell nutzbare Wärmequelle und -senke dar. Durch die hohe spezifische Wärmekapazität $c_p \approx 4,2 \text{ kJ}/(\text{kgK})$ von Wasser können Oberflächengewässer eine große Menge an Wärmeenergie speichern. In Fließgewässern bestimmen der Abfluss $[\text{m}^3/\text{s}]$ und der Temperaturunterschied $[\text{K}]$ zwischen der Ein- und Auslauftemperatur am Wärmetauscher maßgeblich das potenziell nutzbare Wärmedargebot. Obwohl mit jedem Kelvin Temperaturunterschied einem Kubikmeter Wasser $\approx 1,16 \text{ kWh}$ Wärme entzogen werden kann, werden Oberflächengewässer bislang jedoch nur selten als Wärmequelle bzw. Wärmesenke genutzt. Für die wärmeenergetische Nutzung von Oberflächengewässern kann grundsätzlich zwischen einem offenen und geschlossenen System unterschieden werden. Bei einem offenen System wird dem Gewässer Rohwasser über ein Entnahmebauwerk entnommen und aufbereitet, dem Verdampfer der Wärmepumpe zugeführt und anschließend wieder in das Gewässer eingeleitet. Um eine wasserrechtliche Nutzung gemäß § 9 WHG zu vermeiden, ist alternativ ein geschlossenes Funktionsprinzip möglich. Hierbei findet der Wärmeaustausch über einen separaten Wärmetauscher ohne eine Wasserentnahme unmittelbar im Gewässer statt. (Steve Borchardt, 2017) Beim Einsatz eines Wärmetauschers in natürlichen Gewässern besteht die Gefahr der Korrosion, die durch die Materialwahl weitestgehend begrenzt werden sollte. Zudem muss beachtet werden, dass Ablagerungen und Algenbildung die Wärmeübertragung am Wärmetauscher beeinträchtigen kann und somit die Effizienz der Wärmepumpenanlage gemindert werden kann. Auch müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit bei Undichtheiten kein Kältemittel aus dem Kreislauf ins Wasser gelangt. Die Einsatzfähigkeit von Oberflächenwasser zur wärmeenergetischen Nutzung kann durch verschiedene Faktoren beschränkt werden. Die Wassertemperatur von Flüssen, Bächen und Seen ist von der Lufttemperatur abhängig und unterliegt somit jahreszeitlichen Schwankungen. Im Winter, wenn die Außentemperaturen sehr gering sind, bedeutet dies gegebenenfalls eine sinkende Wirtschaftlichkeit der Wärmepumpe. Zudem besteht die Gefahr des Einfrierens des Gewässers, was, je nach Ausführung, negative Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit des Wärmeübertragers haben kann oder die Nutzung gänzlich verhindert. Auch der

Durchfluss von Fließgewässern schwankt. So ist es bei kleineren Flüssen und Seen möglich, dass sie in sehr trockenen Perioden trockenfallen.

Das Wärmepotenzial entspricht der Wärmeentzugsleistung (W_{th}). Diese gibt an, wieviel Wärmeenergie einem Oberflächengewässer in einer bestimmten Zeit entzogen werden kann:

$$W_{th} = \rho_w \cdot c_w \cdot Q_{nutz} \cdot \Delta T \quad (1)$$

W_{th}	Wärmeentzugsleistung	in kJ/s bzw. in kW
ρ_w	Dichte des Wassers	1.000 kg/m ³
c_w	Wärmekapazität des Wassers	4,19 kJ/kg·K
Q_{nutz}	Verfügbarer/nutzbarer Volumenstrom des Wassers	in m ³ /s
ΔT	Zulässige Temperaturänderung	in K

Die realisierbaren Temperaturspreizungen sind durch physikalische (Gefrierpunkt von Wasser) und ökologische Faktoren begrenzt und liegen üblicherweise zwischen 0,5 und 5 K. Die zulässige Temperaturänderung wird durch die zuständige Behörde vorgegeben.

Die meisten Wasser-Wasser-Wärmepumpen erfordern Mindestwassertemperaturen von 4 °C oder höher. Daraus ergeben sich technische Einschränkungen der thermischen Flusswassernutzung in Abhängigkeit von der eingesetzten Wärmepumpe in den Wintermonaten. Dies muss bei einer technischen Planung berücksichtigt werden. Sollte es die Temperatur des Gewässers bzw. dessen Durchfluss ermöglichen, mit größeren Temperaturspreizungen zu arbeiten bzw. größere Wassermengen zu entnehmen, erhöht sich entsprechend das thermische Potenzial.

4.3.4.1 Rechtliche Rahmenbedingungen

Die Installation und der Betrieb von Anlagen, die die Gewässertemperatur verändern, stellen eine Gewässernutzung dar, für die eine wasserrechtliche Erlaubnis nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG 2023) im Rahmen eines wasserrechtlichen Erlaubnisverfahrens erforderlich ist, das in der Regel von der unteren Wasserbehörde unter Einbeziehung der unteren Naturschutzbehörde durchgeführt wird.

In der EU-WRRL (2000) wird die Temperatur als eine physikalisch-chemische Qualitätskomponente benannt. So ist der gute Zustand von Gewässern nur gegeben, wenn „die Werte für die Temperatur, ... nicht über den Bereich hinaus(gehen), innerhalb dessen die Funktionsfähigkeit des Ökosystems ... für die biologischen Qualitätskomponenten gewährleistet“ ist. Die Anforderungen der EU-WRRL haben dementsprechend Eingang in die Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016) gefunden. Während die OGewV für Fließgewässer hinsichtlich Temperaturveränderungen und der maximal zulässigen Temperatur Anforderungen an den durch die Gewässernutzung nicht zu beeinträchtigenden sehr guten bzw. guten ökologischen Zustand und das höchste bzw. gute ökologische Potenzial vorgibt, werden für Seen keine entsprechenden Vorgaben gemacht. Für Fließgewässer beträgt die maximal zulässige Temperaturerhöhung in Abhängigkeit vom Gewässertyp und der Fischgemeinschaft zwischen 0 K im Sommer bzw. ≤ 1 K bis ≤ 3 K im Winter für den sehr guten ökologischen Zustand und zwischen ≤ 1 K bis ≤ 3 K über das gesamte Jahr für den guten ökologischen Zustand (OGewV 2016). Verminderungen der Temperatur werden nicht berücksichtigt. Für die thermische Nutzung von Seewasser liegt für den Bodensee eine Richtlinie vor, die den zuständigen Genehmigungsbehörden einen Leitfaden an die Hand gibt (IGKB 2018). Die BodenseeRichtlinien erlauben die thermische Seewassernutzung, wenn sichergestellt ist, dass weder im See als Ganzes noch lokal

Lebensgemeinschaften beeinträchtigt werden, was mit den Bestimmungen der EUWRRL (2000) und der OGewV (2016) konformgeht. Vorgaben sind u.a., dass die maximale Änderung der Temperatur im Bereich der Rückleitstelle außerhalb einer Mischungszone von 20 x 20 m horizontaler und 10 m vertikaler Ausdehnung unter 1 K bleibt. Die Wasserentnahme soll in einer Tiefe zwischen 0 und 40 m erfolgen. Die Rückleittiefe ist so zu wählen, dass die Einschichtung in einem Bereich zwischen 20 und 40 m Wassertiefe erfolgt (IGKB 2018). (Dieter Leßmann, 2022)

4.3.4.2 Gewässerökologische Aspekte

Konventionelle Wärmepumpen, die Oberflächengewässer als Energiequelle nutzen, kühlen das dem Gewässer entnommene Wasser im Wärmetauscher des Primärkreislaufs um etwa 2 bis 4 K ab. Damit ist für diese Anlagen eine Mindesttemperatur des Wassers von ca. 4 °C notwendig, damit es zu keiner Vereisung der Anlage kommt. Ein ganzjähriger Anlagenbetrieb wird durch neuere Entwicklungen wie Vakuum-Flüssigeiszeuger ermöglicht, die auch die latente Wärme des Wassers beim Phasenübergang nutzen können (ILK Dresden o.J.).

Die Temperatur hat weitreichende Bedeutung nicht nur für in Gewässern ablaufende biochemische Prozesse und die Besiedlung durch Organismen, sondern auch für die limnophysikalischen Eigenschaften des Wasserkörpers (Gaudard et al. 2018, 2019). Ökologische Anforderungen an die thermische Nutzung von Gewässern, insbesondere Seen, müssen daher folgende Punkte beinhalten:

- Keine physiologisch wirksame Veränderung der Wassertemperaturen mit in der Folge Änderungen von Artenzusammensetzung, Dominanzstrukturen, Biomasse.
- Keine nachteilige Beeinflussung des Sauerstoffhaushalts und der Nährstoffkreisläufe aufgrund veränderter Primärproduktion und mikrobieller Aktivität.
- Keine Veränderung des natürlichen Durchmischungsverhaltens von Seen, insbesondere hinsichtlich der Einstellung der sommerlichen Schichtung in Bezug auf Tiefenlage der Thermokline und Dauer der Stagnationsperiode (Stabilität der sommerlichen Schichtung des Wasserkörpers, Volumen des Hypolimnions, Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt).
- Keine Veränderung, insbesondere Verlängerung der Dauer der Eisbedeckung von Seen im Winter (Dauer der Winterstagnation, Sauerstoffhaushalt des Sees).
- Keine mechanische Schädigung von Wirbeltieren (insbes. Fische) durch Pumpenbetrieb.

Für den Schutz von Fischpopulationen in Fließgewässern liegen Empfehlungen für maximal tolerierbare Temperaturveränderungen durch Gewässernutzungen vor. Abhängig von der Fischregion und der Jahreszeit lassen Temperaturveränderungen zwischen 1 und 3 K erwarten, dass keine negativen Auswirkungen auf Fische zu verzeichnen sind (van Treeck & Wolter 2021). Limnophysikalische Modellierungen ermöglichen es, seespezifisch optimale Varianten der Entnahme und Rückleitung von Wasser zu ermitteln, durch die es zu nur minimalen Veränderungen der Temperaturverteilung im Wasserkörper kommt und auch die Sauerstoffverteilung in Seen nicht nachteilig verändert wird. Dadurch kann sichergestellt werden, dass in tiefen Seen eine ausreichende Stabilität der Thermokline während Schichtungsperioden bestehen bleibt. Ebenso ist ein Transport von Nährstoffen aus dem Tiefenwasserkörper in die oberflächennahen Wasserschichten während der Vegetationsperiode zu verhindern. Insbesondere im Hinblick auf den Sauerstoffhaushalt kann zudem eine Verlängerung der Dauer der Eisbedeckung von Bedeutung sein. Auch dies lässt sich mit limnophysikalischen Modellen seespezifisch betrachten (Gaudard & Schmid 2017, Gaudard et al. 2019). Entsprechend konnten für Seen, wie z.B. dem Zwenkauer See bei Leipzig, Studien erstellt werden, die die thermische Nutzung von Seewasser nicht nur unter technischen, juristischen und ökonomischen

Gesichtspunkten, sondern auch hinsichtlich gewässerökologischer Anforderungen betrachten (Böttger et al. 2022). (Dieter Leßmann, 2022)

4.3.4.3 Potenzial der Seethermie vor Ort

Die physikalischen Eigenschaften des Arendsees – insbesondere das große Wasservolumen von etwa 147 Millionen m³ und die stabile Temperaturstruktur – bieten günstige Voraussetzungen für aquathermische Nutzung. Die lange Verweilzeit und die geringe Durchmischung machen den See zu einer potenziell zuverlässigen Quelle für Wärmepumpensysteme.

Der Arendsee ist sowohl als FFH-Gebiet (FFH0252) als auch als Landschaftsschutzgebiet (LSG Arendsee) ausgewiesen. Damit unterliegt er naturschutzrechtlichen Vorgaben, die eine technische Nutzung – insbesondere Eingriffe in die Wasserfläche oder Uferzonen – einschränken oder genehmigungspflichtig machen. Besonders geschützt sind Lebensräume für Fischotter und Fledermäuse sowie Röhrichtgürtel und Unterwasserpflanzen.

Eine aquathermische Nutzung wäre daher nur unter Berücksichtigung ökologischer Auflagen und in enger Abstimmung mit den zuständigen Behörden möglich. Eine vollständige Freistellung von Restriktionen besteht nicht.

Für die Bewertung des technischen Potenzials zur flussthermischen Wärmebereitstellung wurden die nachfolgenden Randbedingungen und Betriebskennwerte herangezogen. Die Datengrundlage basiert auf hydrologischen und klimatologischen Langzeitdaten sowie technischen Einschränkungen gemäß rechtlicher Vorgaben.

Weitere Prämissen basieren auf dem Schlussbericht „Seethermie – Innovative Versorgung aus Tagebaurestseen“ (Projektgruppe Seethermie 2021)

Tabelle 15: Rahmenparameter zur Berechnung des technischen Potenzials der Seethermie in Arendsee

PARAMETER	WERT/ANNAHME	QUELLE/BEMERKUNG
MITTLERER ENTHNAHMESTROM	60 m ³ /h	PRÄMISSA AUFGRUND SEETHERMIE-STUDIE
ANGESTREBTE VORLAUFTEMPÉRATUR	65 °C	
COP	3 – 3,8	BERECHNET AUS EINGANGSDATEN
BETRIEBSSTUNDEN	CA. 2.500 h/JAHR	HEIZPERIODE, SAISONAL GEWICHTET
ZU ZÄSSIGE MISCHTEMPÉRATURÄNDERUNG	MAXIMALE 1 K NACH EINFÜHRUNG	ÖKOLOGISCHE VERTRÄGLICHKEIT
MAXIMALE TEMPERATURSPREIZUNG	1 K	TECHNISCHE BEGRENZUNG (KÜHLUNG VS. MISCHTEMPÉRATUR)

Die Einhaltung der maximalen Mischtemperaturänderung (≤1 K) bei Rückführung des genutzten Wassers erlaubt unter Verwendung eines Volumenstroms von 60 m³/h eine ökologisch verträgliche Nutzung.

Die meisten Wasser-Wasser-Wärmepumpen erfordern Mindestwassertemperaturen von 4 °C oder höher. Daraus ergeben sich technische Einschränkungen der thermischen Flusswassernutzung in

Abhängigkeit von der eingesetzten Wärmepumpe in den Wintermonaten. Dies muss bei einer technischen Planung berücksichtigt werden.

Unter den gegebenen Rahmenbedingungen wurden für die seethermische Nutzung des Arendsees folgende Kennwerte ermittelt: Die potenzielle thermische Entzugsleistung liegt je nach saisonaler Ausprägung und Betriebszeitraum im Mittel bei ca. 59 MW. Auf Jahresbasis ergibt sich daraus eine Wärmebereitstellung von etwa 215 MWh. Die eingesetzte elektrische Energie zur Versorgung der Wärmepumpe beläuft sich auf ca. 69 MWh, wodurch sich eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von rund 3,1 ergibt.

Bilanziell ermöglicht die bereitgestellte Wärmeenergie die Versorgung von rund 15 bis 20 Haushalten mit Raumwärme und Warmwasser, bezogen auf einen typischen Jahreswärmebedarf von 12.000 kWh pro Haushalt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine ökologisch verträgliche und gleichzeitig leistungsstarke Wärmegewinnung aus dem Arendsee realisierbar ist – insbesondere unter Einhaltung der Mischtemperaturabweichung von maximal 1 K.

Die FFH-Verträglichkeitsprüfung ist bei geplanten Vorhaben in oder nahe eines Natura 2000-Gebiets im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zu beantragen. Zuständig sind die jeweiligen Unteren oder Oberen Naturschutz- bzw. Wasserbehörden, abhängig vom Vorhabentyp und Bundesland. Der Antrag erfolgt in der Regel schriftlich und muss eine Vorprüfung enthalten, die mögliche Beeinträchtigungen der Erhaltungsziele bewertet. Bei relevanten Auswirkungen ist eine vollständige FFH-Verträglichkeitsprüfung gemäß § 34 BNatSchG erforderlich. Die Unterlagen müssen die Projektbeschreibung, Wirkfaktoren, betroffene Schutzgüter und eine Bewertung der ökologischen Auswirkungen enthalten.

4.3.4.4 Potenzial der Flussthermie vor Ort

Da der Arendsee keinen nennenswerten Zu- oder Abfluss besitzt, besteht kein Potenzial für Flussthermie. Die wenigen kleinen Gräben und Kanäle, die den See speisen oder entwässern, sind verrohrt oder temporär wasserführend und weisen keinen nennenswerten Volumenstrom auf. Damit fehlt die hydraulische Grundlage für eine flussthermische Nutzung.

4.4 Stromsektor

4.4.1 Photovoltaik

4.4.1.1 Dachanlagen

Abbildung 33 fasst die Photovoltaik-Potenziale je Baublock zusammen.

Die Verteilung des Photovoltaikpotenzials ist ähnlich zum Solarthermiepotenzial. Auch hier finden sich die größten Potenziale in den Baublocken mit der höchsten Gebäudeanzahl und einzelnen sehr großen Dachflächen.

Insgesamt ergibt sich ein PV-Potenzial von knapp 123.500 MWh auf Dachflächen zur Stromerzeugung. Wärme könnte anschließend beispielsweise mit Hilfe einer Wärmepumpe erzeugt werden. Das hier ermittelte theoretische Potenzial ist je Dach bei der Anlagenplanung genauer zu quantifizieren.

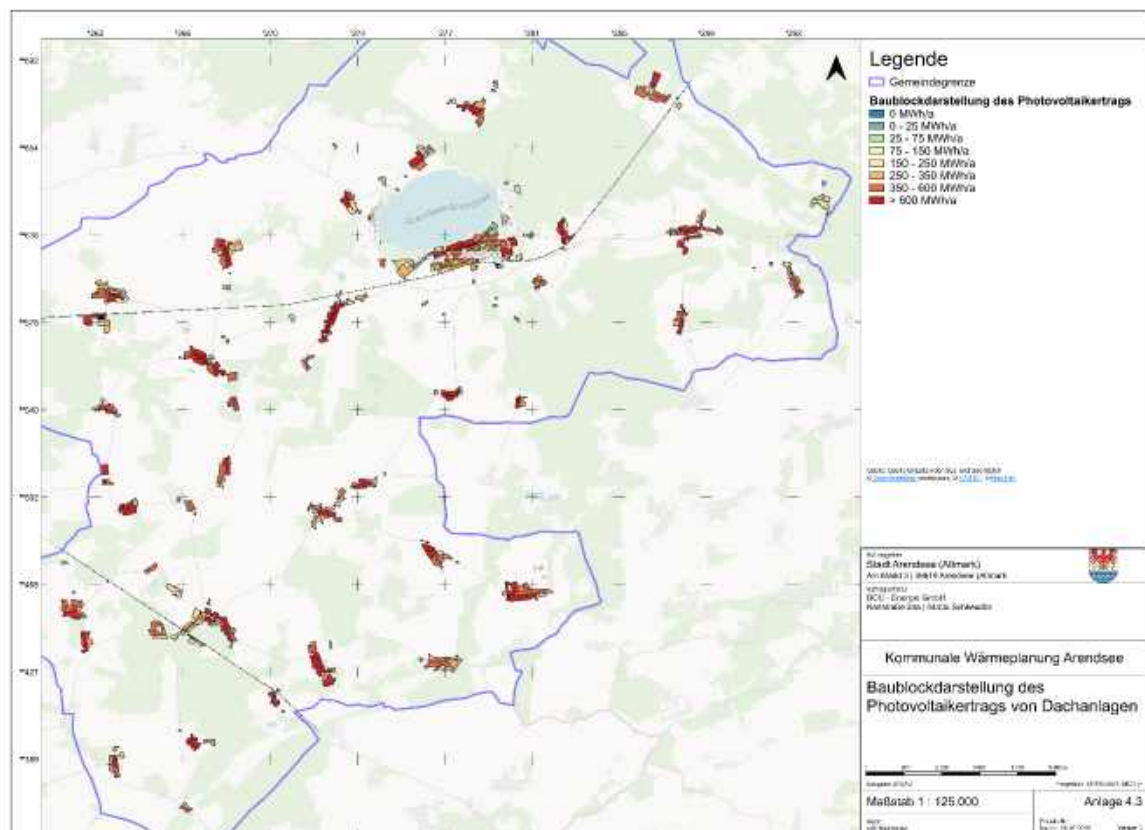


Abbildung 33 | Photovoltaik-Potenzial von Dachanlagen in der Stadt Arendsee (Altmark) nach Baublocken

4.4.1.2 Freiflächenanlagen

Datenquellen:

Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®)
(Land Sachsen-Anhalt, © 2024 Geodatenportal Sachsen-Anhalt)

Gesamträumliches Konzept zu Photovoltaikfreiflächenstandorten im Gebiet der Einheitsgemeinde Arendsee (Altmark) (Stadt Arendsee (Altmark), 11.2023)

Für die Betrachtung des Potenzials für Photovoltaik-Freiflächen-Anlagen wurden, wie in Kapitel 4.3.2 beschrieben, die geeigneten Flächen des Freiflächenkonzeptes der Stadt Arendsee (Altmark) übernommen.

Für die Photovoltaikfreiflächenanlagen wurde dabei davon ausgegangen, dass die verfügbare Fläche zu 80 % mit Kollektoren belegt werden kann. Als Anhaltspunkt für den Ertrag wurde ein Wert von 800 MWh/a als zu erwartender Ertrag gewählt. Mit diesen Annahmen ergeben sich für die Flächen folgende Ertragswerte:

Tabelle 16: Erträge der PV-Freiflächenanlagen auf den ausgewiesenen Flächen, kursiv: in Realisierung befindliche Fläche

Nr.	Verfügbare Fläche in ha	Ertrag in MWh/a
0	18,98	121.460
1	10,21	65.334
2	57,17	365.895
3	1,83	11.697
4	<i>15,10</i>	<i>96.614</i>
5	1,98	12.649
6	16,15	103.377
7	4,47	28.637
8	17,82	114.053
9	11,65	74.586
10	20,80	133.129
11	54,52	348.947
12	34,59	221.351
13	3,62	23.196
14	34,61	221.500
15	28,00	179.221
16	78,77	504.152
17	5,42	34.661
18	18,98	121.464

Weitere für Solarnutzung prädestinierte Flächen sind Parkplätze. Da diese schon versiegelt sind, lohnt es sich, deren Nutzungsgrad zu maximieren. Außerdem führt die Überdachung solcher Flächen, die im Sommer zu Hitze Hot-Spots werden, zu positiven Effekten in Hinblick auf der Lebensqualität in den Siedlungsbereichen. Für diese Berechnung wurden alle Parkplatzflächen ermittelt (OSM – Amenity/Parking). Anschließend wurden nur diese Flächen bewertet, die Platz für mind. 10 Stellplätze besitzen, wobei jeder Stellplatz etwa 12,5 m² Fläche benötigt. Es ist außerdem davon ausgegangen worden, dass in etwa 60 % der Bruttoparkplatzfläche überdacht werden können.



Die Ergebnisse für das Photovoltaik-Potenzial sind je Parkplatz verfügbar. Im gesamten Gemeindegebiet könnten auf diesen Flächen im Jahr ca. 3.895 MWh erzeugt werden.