IPP ESN Power Engineering
GmbH
Ingenieurunternehmen für
Energie- und Umwelttechnik

BERICHT ÜBER INGENIEUR- UND BERATUNGSLEISTUNGEN

Berichtsumfang

ZWISCHENBERICHT - KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG ALTENHOLZ

Auftraggeber

GEMEINDE ALTENHOLZ
Der Bürgermeister
Allensteiner Weg 2-4
24161 Altenholz

Auftragnehmer

IPP ESN POWER ENGINEERING GMBH
Am Kiel-Kanal 44
D-24106 Kiel

Ihr Ansprechpartner:
ELENA EINNATZ
Tel.: +49 431 200871 831
E-Mail: e.einnatz@ipp-esn.de

Kiel, den 27. Oktober 2025

Auftraggeber:	Gemeinde Altenholz – Der Bürgermeister Allensteiner Weg 2-4 24161 Altenholz
Ansprechpartner:	Michaela Knudsen; Klimaschutzmanagerin der Gemeinde Altenholz Tel: 0431/ 32 01 432; M.Knudsen@altenholz.de
Auftragnehmer:	IPP ESN Power Engineering GmbH Am Kiel-Kanal 44 24106 Kiel Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Thomas Lutz-Kulawik; Tel: +49 431 200871-815
Bearbeitung:	Bearbeitung: Elena Einnatz M.Eng., Karoline Heuer M.Sc., Malte Pankau M.Sc.
Stand:	Zwischenbericht, 27. Oktober 2025

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

NATIONALE KLIMASCHUTZ INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

INHALTSVERZEICHNIS

1 Kommunale Wärmeplanung ... 1
1.1 Ziele des Wärmeplans und Einordnung in den planerischen Kontext ... 1
1.2 Schritte des Wärmeplans ... 2
2 Begriffsdefinitionen ... 3
2.1 Kommunale Wärmeplanung ... 3
2.2 digitaler Zwilling ... 3
2.3 Baublockebene ... 3
2.4 Primärenergie ... 4
2.5 Wärmebedarf ... 4
2.6 Potenzial ... 4
2.6.1 Theoretisches Potenzial ... 4
2.6.2 Technisches Potenzial ... 4
2.6.3 Wirtschaftliches Potenzial ... 4
2.6.4 Erschließbares Potenzial ... 5
3 Bestandsanalyse ... 6
3.1 Ortsbild Altenholz ... 6
3.2 Datenerhebung ... 7
3.3 Gebäudebestand ... 8
3.4 Wärmebedarfe ... 12
3.5 Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger ... 14
3.6 Eingesetzte Energieträger ... 17
3.7 Gasinfrastruktur ... 19
3.8 Wärmenetz ... 21
3.9 Kältenetz ... 23
3.10 Treibhausgasemissionen der Wärmeerzeugung ... 23
3.11 Zusammenfassung Bestandsanalyse ... 26
4 Potenzialanalyse ... 28
4.1 Erfasste Potenziale ... 28
4.2 Methode ... 29
4.3 Potenziale zur Stromerzeugung ... 31
4.4 Potenziale zur Wärmeerzeugung ... 37
4.5 Potenzial für eine lokale Wasserstofferzeugung ... 46
4.6 Potenziale für energetische Sanierungen ... 47
4.7 Zusammenfassung und Fazit ... 50

5 Ausblick und weitere Schritte 52
6 Literaturverzeichnis I

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1-1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung ... 2
Abbildung 2-1: Potenzialpyramide ... 5
Abbildung 3-1: Vorgehen bei der Bestandsanalyse ... 6
Abbildung 3-2: Daten für die Wärmeplanung ... 7
Abbildung 3-3: Gebäudeanzahl nach Sektor im Projektgebiet ... 8
Abbildung 3-4: Überwiegender Gebäudetyp nach Baublock ... 9
Abbildung 3-5: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet ... 10
Abbildung 3-6: Baublockbezogene Darstellung der Baualtersklassen ... 11
Abbildung 3-7: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte) ... 12
Abbildung 3-8: Wärmebedarf nach Sektor ... 13
Abbildung 3-9: Verteilung der Wärmebedarfsdichte je Baublock ... 14
Abbildung 3-10: Heizsysteme im Gebäudebestand ... 15
Abbildung 3-11: Anzahl der fossilen Heizsysteme (Erdgas, Flüssiggas und Erdöl) nach Alter ... 16
Abbildung 3-12: Energieträger für Wärme auf Baublock-Ebene ... 17
Abbildung 3-13: Energiebedarf nach Energieträger ... 18
Abbildung 3-14: Anteil der Energieträger an der Fernwärmebereitstellung ... 19
Abbildung 3-15: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet ... 20
Abbildung 3-16: Wärmenetzinfrastrukur im Projektgebiet ... 21
Abbildung 3-17: Wärmeliniendichten ... 22
Abbildung 3-18: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet ... 24
Abbildung 3-19: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet ... 25
Abbildung 4-1: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen ... 28
Abbildung 4-2: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse ... 29
Abbildung 4-3: Natur- und umweltfachliche Gebietsbeschränkungen ... 31
Abbildung 4-4: Erneuerbare Strompotenziale im Projektgebiet ... 32
Abbildung 4-5: Art der verfügbaren Biomasse im Untersuchungsgebiet ... 33
Abbildung 4-6: Eignungsgebiet für Windenergienutzung ... 34
Abbildung 4-7: PV-Freiflächenpotenzial und Eignungsgebiet aus dem PV-Standortkonzept der Gemeinde (dunkelblau) ... 36
Abbildung 4-8: Potenzial für PV-Strom auf Dachflächen nach Baublock ... 37
Abbildung 4-9: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet ... 38
Abbildung 4-10: Eignungsgebiete für Freiflächen Solarthermie ... 39
Abbildung 4-11: Potenzial für Solarthermie auf Dachflächen nach Baublock ... 40
Abbildung 4-12: Eignungsflächen für die Aufstellung von Luftwärmepumpen ... 42
Abbildung 4-13: Eignungsgebiete für Erdwärme-Kollektoren ... 43
Abbildung 4-14: Eignungsgebiete für Erdwärme-Sonden ... 44
Abbildung 4-15: Oberschicht der Dogger-Formation bei Altenholz - Auszug aus dem Geothermischen Informationssystem (GEOtIS) ... 45
Abbildung 4-16: Theoretisches Einsparpotenzial bei Sanierung aller Gebäude auf Effizienzhaus 55 Standard ... 47
Abbildung 4-17: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen ... 48
Abbildung 4-18: Sanierungsklassen nach Baublöcken ... 50

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3-1: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren nach Energieträger (Technikkatalog (Langreder et al. (Im Auftrag des BMWK), 2024) 26
Tabelle 3-2: Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse 26
Tabelle 4-1: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien 30

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ABZ	Anschluss- und Benutzungszwang
ALKIS	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BEG	Bundesförderung für effiziente Gebäude
BEW	Bundesförderung effiziente Wärmenetze
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energieeinsparverordnung
EWKG	Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein
GEG	Gebäudeenergiegesetz
GHD	Gewerbe-Handel-Dienstleistungen
KWP	Kommunale Wärmeplanung
LWP	Luftwärmepumpe
WPG	Wärmeplanungsgesetz
WSVO	Wärmeschutzverordnung

1 KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Die Gemeinde Altenholz in Schleswig-Holstein strebt mit der kommunalen Wärmeplanung (KWP) einen wichtigen Meilenstein für eine nachhaltige und zukunftssichere Energieversorgung an. Ziel ist es, den Wärmebedarf in der Gemeinde klimaneutral zu decken.

Die Wärmeversorgung spielt eine zentrale Rolle beim Klimaschutz. Sie verursacht fast die Hälfte aller Treibhausgasemissionen in Deutschland. Während bereits etwa 50 % der Energie im Stromsektor erneuerbar erzeugt wird, beträgt dieser Anteil im Wärmesektor nur 18,8 % (Stand 2023, (Umweltbundesamt, 2024)). Infolge der zunehmenden Herausforderungen im Bereich der Energieeffizienz, der Reduktion von CO_2-Emissionen und der Sicherstellung einer zuverlässigen Wärmeversorgung ist eine ganzheitliche Planung unabdingbar.

Angesichts dessen ist die kommunale Wärmeplanung von entscheidender Bedeutung, da sie eine systematische Erhebung von Daten zum Wärmebedarf und den vorhandenen Energiequellen ermöglicht. Diese Daten bilden die Grundlage für die Formulierung von Strategien zur Erreichung der Treibhausgasneutralität.

Mit Blick auf die existenzielle Bedrohung durch die Klimakrise hat Deutschland im Bundes-Klimaschutzgesetz die Treibhausgasneutralität bis 2045 festgeschrieben. Die Landesregierung Schleswig-Holstein hat sogar das ambitionierte Ziel einer Treibhausgasneutralität bis 2040 definiert (vgl. CDU und BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN, 2022; EWKG Novelle, 2025). Um das zu schaffen, braucht es eine klare Planung. Genau das leistet die kommunale Wärmeplanung.

Die kommunale Wärmeplanung wird in enger Zusammenarbeit zwischen der Gemeindeverwaltung und dem Ingenieurbüro IPP ESN Power Engineering GmbH aus Kiel erarbeitet. Dieser Bericht präsentiert die Zwischenergebnisse umfassender Analysen, die sowohl die energetische Situation als auch die infrastrukturellen Gegebenheiten in Altenholz darstellen und Potenziale für die zukünftige Wärmeversorgung aufzeigen. Basierend auf diesen Erkenntnissen wird in den nächsten Schritten eine Strategie entwickelt, die darauf abzielt, die Wärmeversorgung der Gemeinde effizienter, klimafreundlicher und zukunftssicherer zu gestalten.

1.1 ZIELE DES WÄRMEPLANS UND EINORDNUNG IN DEN PLANERISCHEN KONTEXT

Der Wärmeplan dient in erster Linie als strategisches Planungsinstrument der Kommune. Er beschreibt die lokale Wärmewendestrategie und die notwendigen Schritte zur Umsetzung der Wärmewende und beinhaltet damit u.a. eine neue Energieverteilstrategie. Der kommunale Wärmeplan verfolgt dabei drei zentrale Ziele: die Treibhausgasneutralität und Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung für alle Beteiligten bei gleichzeitiger Reduktion der Abhängigkeit von Energieimporten.

Um diese Ziele zu erreichen, sind Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden und Heizungsanlagen vorgesehen, wie beispielsweise Gebäudesanierungen oder die Optimierung von Heizsystemen. Zudem werden Strategien beschrieben, die einen vollständigen Wechsel der Energieträger weg von fossilen hin zu erneuerbaren Ressourcen ermöglichen, um die Wärmeversorgung der Kommune grundlegend zu transformieren.

Der Wärmeplan ist eng mit anderen planerischen Instrumenten verzahnt. Dies gewährleistet eine ganzheitliche Betrachtung der Energieversorgung. Durch die Integration des Wärmeplans in den

planerischen Kontext können Synergien genutzt und entwickelte Maßnahmen aufeinander abgestimmt werden, um effektiv nachgelagerte Prozesse umzusetzen.

1.2 SCHRITTE DES WÄRMEPLANS

Die Entwicklung des kommunalen Wärmeplans erfolgt in fünf Schritten: der Bestandsanalyse, der Potenzialanalyse, dem Zielszenario, der Umsetzungsstrategie und dem Informations- und Beteiligungsprozess. Diese Schritte umfassen eine gründliche Analyse der aktuellen Wärmeversorgung und die Identifizierung von Potenzialen zur Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien. Die Ergebnisse dieser beiden ersten Meilensteine werden in diesem Zwischenbericht dargestellt und beschrieben. Im Anschluss wird ein Zielszenario für die zukünftige Wärmeversorgung, sowie eine Strategie mit konkreten Maßnahmen erarbeitet, die zur Umsetzung des kommunalen Wärmeplans beisteuern.

Abbildung 1-1: Ablauf der kommunalen Wärmeplanung

2 BEGRIFFSDEFINITIONEN

2.1 KOMMUNALE WÄRMEPLANUNG

Gemäß §10 Absatz 1 des Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein (EWKG) sind Gemeinden als planungsverantwortliche Stelle „verpflichtet, einen Wärmeplan nach Maßgabe des Wärmeplanungsgesetzes […] zu erstellen und fortzuschreiben“.

Die kommunale Wärmeplanung gemäß Wärmeplanungsgesetz (WPG) ist ein strategisches Instrument zur langfristigen und nachhaltigen Gestaltung der Wärmeversorgung in Städten und Gemeinden. Ziel ist es, eine effiziente, klimafreundliche und wirtschaftliche Wärmeversorgung sicherzustellen. Dabei werden bestehende und zukünftige Wärmebedarfe analysiert, Potenziale erneuerbarer Energien und Abwärmenutzung bewertet sowie geeignete Infrastrukturmaßnahmen identifiziert. Die Wärmeplanung soll Kommunen eine fundierte Entscheidungsgrundlage bieten, um fossile Brennstoffe schrittweise zu ersetzen und die Wärmewende im Einklang mit den Klimaschutzzielen voranzutreiben.

Der Wärmeplan in der Gemeinde Altenholz wird nach den Anforderungen der NKI erstellt.

2.2 DIGITALER ZWILLING

Der Begriff "digitaler Zwilling" bezeichnet in der kommunalen Wärmeplanung ein virtuelles Abbild einer Gemeinde oder Stadt. Dabei handelt es sich um eine digitale, kartographische Darstellung, die vielfältige Informationen über die Kommune erfasst, speichert und verarbeitet. Diese umfassen in diesem Fall Daten zu Energieverbräuchen, Energieerzeugungsstrukturen, Gebäuden, Netzen, zukünftigen Neubaugebieten und weiteren relevanten Aspekten. Ziel des digitalen Zwillings ist es, ein tiefergehendes Verständnis der Kommune zu ermöglichen, indem er als Grundlage für Datenanalysen, Prognosen und fundierte Entscheidungen dient.

Die Arbeit mit einem digitalen Zwilling bietet mehrere signifikante Vorteile. Erstens garantiert es eine homogene Datenqualität, die für fundierte Analysen und Entscheidungen unabdingbar ist. Zweitens ermöglicht es ein gemeinschaftliches Arbeiten an den Datensätzen und somit eine effizientere Prozessgestaltung. Drittens sind energetische Analysen direkt im Tool durchführbar, wodurch die Identifikation und Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen erleichtert wird. Des Weiteren können die Daten gefiltert und interaktiv angepasst werden, um spezifische Eignungsgebiete für die Wärmeversorgung auszuweisen. Dies alles trägt zu einer schnelleren und präziseren Planung bei und erleichtert die Umsetzung der Energiewende auf kommunaler Ebene.

2.3 BAUBLOCKEBENE

Die Baublockebene ist ein Begriff aus der Architektur und Stadtplanung, der sich auf die horizontale Fläche eines Gebäudeblocks bezieht. Die Aggregation von Gebäuden in der Baublockebene bezieht sich auf das Zusammenfassen mehrerer Gebäude innerhalb eines definierten städtischen Blocks. Diese Gebäude können unterschiedliche Nutzungen haben, wie Wohnen, Arbeiten oder Gewerbe, und sind durch gemeinsame Infrastruktur und Freiflächen miteinander verbunden. Diese Anordnung ermöglicht eine effiziente, datenschutzkonforme Erfassung des Raums.

2.4 PRIMÄRENERGIE

Primärenergie bezieht sich auf die Energie, die in ihrer natürlichen Form in Energieträgern wie Erdgas, Erdöl, Biomasse oder der Sonne enthalten ist. Diese Energie wird noch nicht weiterverarbeitet und dient als Ausgangspunkt für die Gewinnung von nutzbarer Energie, wie Wärme. In der Wärmeversorgung wird Primärenergie in Heizkraftwerken oder anderen Anlagen in Wärme umgewandelt, die dann über Fern- oder Nahwärmenetze an die Endverbraucherinnen und Endverbraucher verteilt wird.

2.5 WÄRMEBEDARF

Unter den Begriff Wärmebedarf können sowohl der Endenergiebedarf als auch der Nutzenergiebedarf gefasst werden. Der Endenergiebedarf beschreibt dabei die Energiemenge, die von außen zugeführt werden muss, um die gewünschte Energieleistung zu erbringen. Sie umfasst dabei auch Wärmeverluste aus dem Transport der Wärme. Die Nutzenergie umfasst hingegen die Energie, die tatsächlich für die Endnutzung zur Verfügung steht. Also die Wärme, die nach allen Umwandlungs- bzw. Transportverlusten bei den Verbraucher:innen ankommt. Der Nutzenergiebedarf entspricht dabei dem Wärmebedarf der für die jeweiligen Gebäude tatsächlich besteht.

2.6 POTENZIAL

2.6.1 THEORETISCHES POTENZIAL

Das theoretische Potenzial in Bezug auf Energie bezeichnet die in einer Region physikalisch vorhandene, prinzipiell nutzbare Energie, etwa die gesamte solare Strahlungsenergie oder die potenzielle Windenergie auf einer definierten Fläche innerhalb eines bestimmten Zeitraums unter idealen Bedingungen.

2.6.2 TECHNISCHES POTENZIAL

Das theoretische Potenzial wird durch die Berücksichtigung der rechtlichen Rahmenbedingungen sowie der verfügbaren technologischen Möglichkeiten eingeschränkt. In diesem Zusammenhang ist das technische Potenzial als die maximal erreichbare Obergrenze zu verstehen. Es kann eine Differenzierung erfolgen in:

- *Geeignetes Potenzial* (Anwendung weicher und harter Restriktionen): Natur- und Artenschutz wird grundsätzlich ein „politischer Vorrang“ eingeräumt, weshalb sich die verfügbare Fläche zur Nutzung von erneuerbaren Energien verringert.
- *Bedingt geeignetes Potenzial* (nur Anwendung harter Restriktionen): Dem Gebietsschutz wird der gleiche oder ein geringerer Wert einräumt als dem Klimaschutz (z. B. durch Errichtung von Wind-, PV- und Solarthermieanlagen in Landschaftsschutzgebieten).

Das technische Potenzial wird im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ermittelt und analysiert.

2.6.3 WIRTSCHAFTLICHES POTENZIAL

Das technische Potenzial wird durch die Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte weiter eingeschränkt. In die Bewertung des wirtschaftlichen Potenzials fließen dabei insbesondere Investitions-, Erschließungs- und Betriebskosten sowie potenziell erzielbare Energiepreise ein.

2.6.4 Erschließbares Potenzial

Die tatsächliche Umsetzbarkeit hängt von zusätzlichen Faktoren, wie z. B. Akzeptanz, raumplanerische Abwägung von Flächenkonkurrenzen, kommunalen Prioritäten oder Eigentumsverhältnissen ab. Werden diese Punkte berücksichtigt, spricht man von dem erschließbaren Potenzial bzw. “praktisch nutzbaren Potenzial”.

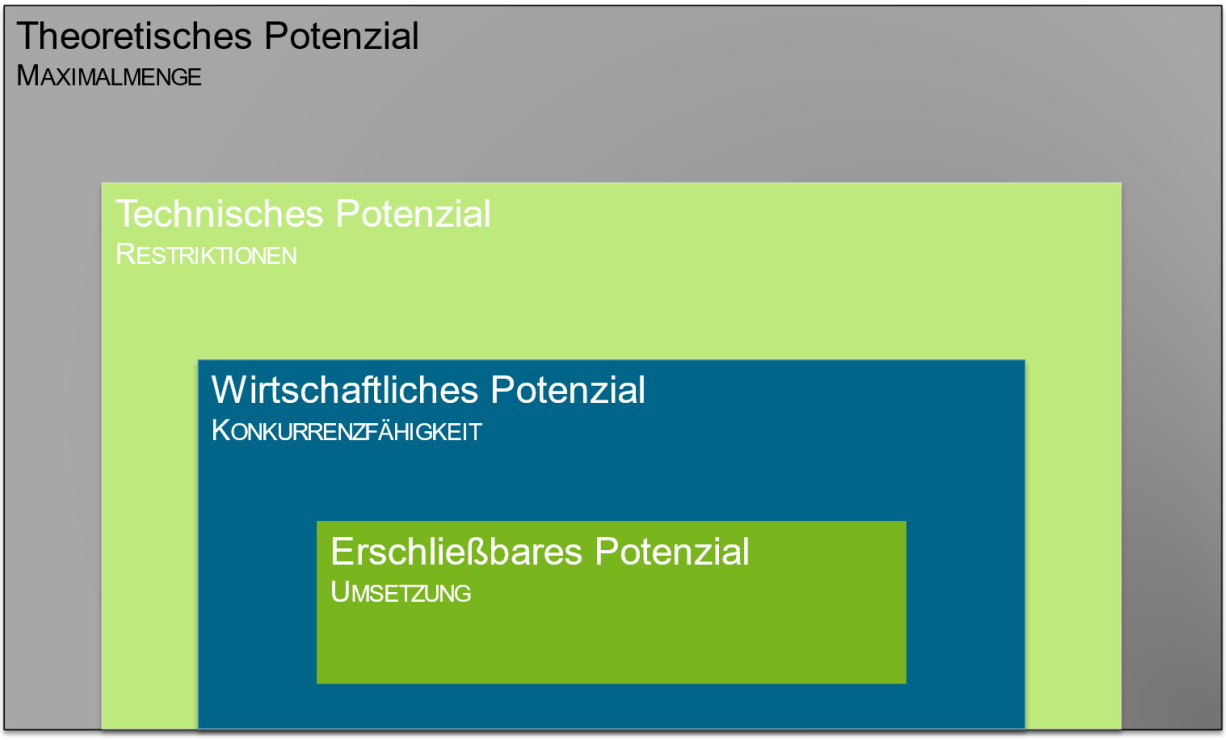

Abbildung 2-1: Potenzialpyramide

3 BESTANDSANALYSE

Die Grundlage der KWP ist ein Verständnis der Ist-Situation sowie eine umfassende Datenbasis. Letztere wird digital aufbereitet und zur Analyse des Bestands genutzt. Hierfür werden zahlreiche Datenquellen aufbereitet, integriert und für Beteiligte an der Erstellung der kommunalen Wärmeplanung zugänglich gemacht. Die Bestandsanalyse bietet einen umfassenden Überblick über den gegenwärtigen Energiebedarf, die Energieverbräuche, die Treibhausgasemissionen sowie die existierende Infrastruktur.

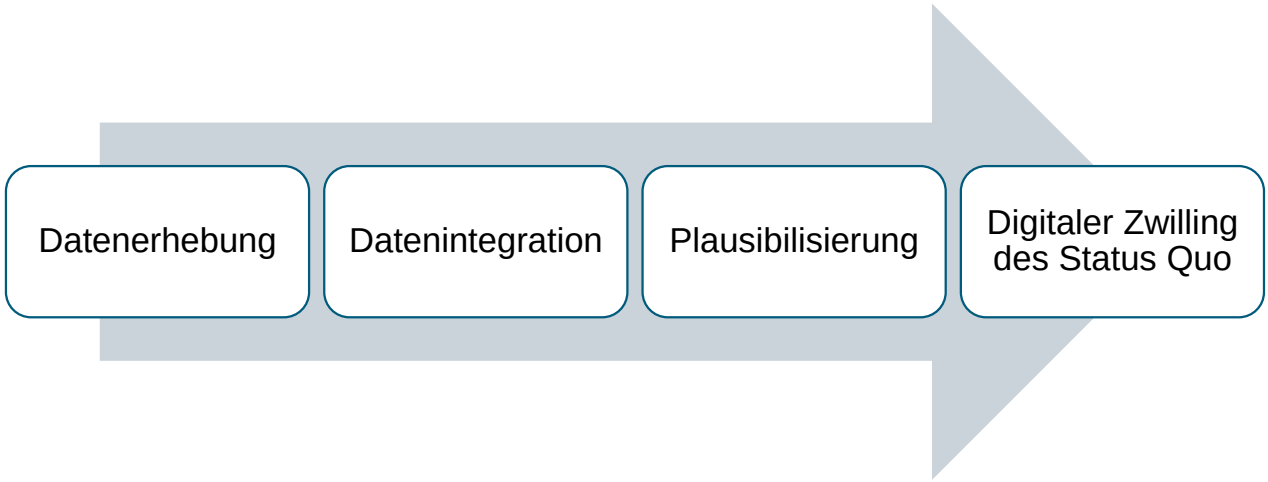

Abbildung 3-1: Vorgehen bei der Bestandsanalyse

3.1 ORTSBILD ALTENHOLZ

Die Gemeinde Altenholz liegt im Kreis Rendsburg-Eckernförde in Schleswig-Holstein und zählt rund 10.000 Einwohner. Mit einer Fläche von etwa 19 km² erstreckt sich Altenholz auf der Halbinsel Dänischer Wohld, unmittelbar nördlich der Landeshauptstadt Kiel. Die Nähe zur Ostsee und zum Nord-Ostsee-Kanal prägt das Landschaftsbild ebenso wie die ausgedehnten Wald- und Agrarflächen, die über 1.800 Hektar umfassen und Erholungssuchenden vielfältige Möglichkeiten bieten.

Altenholz gliedert sich in mehrere Ortsteile, wobei Klausdorf und Stift den kleinstädtischen Charakter der Gemeinde widerspiegeln. Hier finden sich zahlreiche Einkaufsmöglichkeiten, Dienstleistungsbetriebe und eine gute ärztliche Versorgung. Der Ortsteil Knoop und das restliche Gemeindegebiet sind eher ländlich geprägt und bieten eine ruhige Wohnlage im Grünen. Die verkehrstechnische Anbindung ist durch die Bundesstraße 503 gewährleistet, die eine schnelle Verbindung nach Kiel und in die umliegenden Regionen ermöglicht. Zudem grenzt Altenholz direkt an die Kieler Stadtteile Pries, Holtenau und Suchsdorf.

Das kulturelle und gesellschaftliche Leben in Altenholz ist vielfältig. Etwa fünfzig Vereine und Verbände, darunter der mitgliederstarke TSV Altenholz, bieten ein breites Spektrum an Freizeitaktivitäten. Die Freiwilligen Feuerwehren in Altenholz und Knoop tragen zur Sicherheit und zum Gemeinschaftsgefühl bei. Im Bildungsbereich verfügt die Gemeinde über eine Grundschule, eine Gemeinschaftsschule, ein Gymnasium sowie ein Förderzentrum. Das Gymnasium Altenholz, gegründet 1971, bietet ein breites Angebot an Arbeitsgemeinschaften und ist bekannt für seine sportlichen Erfolge, insbesondere im Handball und Schach.

Ein besonderes kulturelles Highlight ist das Gut Knoop, ein klassizistisches Herrenhaus aus dem 18. Jahrhundert. Es befindet sich im Privatbesitz, kann aber nach Anmeldung besichtigt werden und dient regelmäßig als Veranstaltungsort für kulturelle Events. Insgesamt präsentiert sich Altenholz als lebenswerte Gemeinde, die städtische Infrastruktur mit ländlichem Charme verbindet und ihren Bewohnern eine hohe Lebensqualität bietet.

3.2 DATENERHEBUNG

Zu Beginn der Bestandsanalyse erfolgte die systematische Erfassung von Verbrauchsdaten für Wärme, einschließlich Gas- und Stromverbrauch speziell für Heizzwecke. Anfragen zur Bereitstellung von Auszügen der elektronischen Kehrbücher wurden an die zuständigen Bezirksschornsteinfeger gerichtet und im Rahmen des § 10 Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein (EWKG) autorisiert. Zusätzlich wurden ortsspezifische Daten aus Plan- und Geoinformationssystemen (GIS) der städtischen Ämter bezogen, die ausschließlich für die Erstellung des Wärmeplans freigegeben und verwendet wurden. Die primären Datenquellen für die Bestandsanalyse sind folgendermaßen:

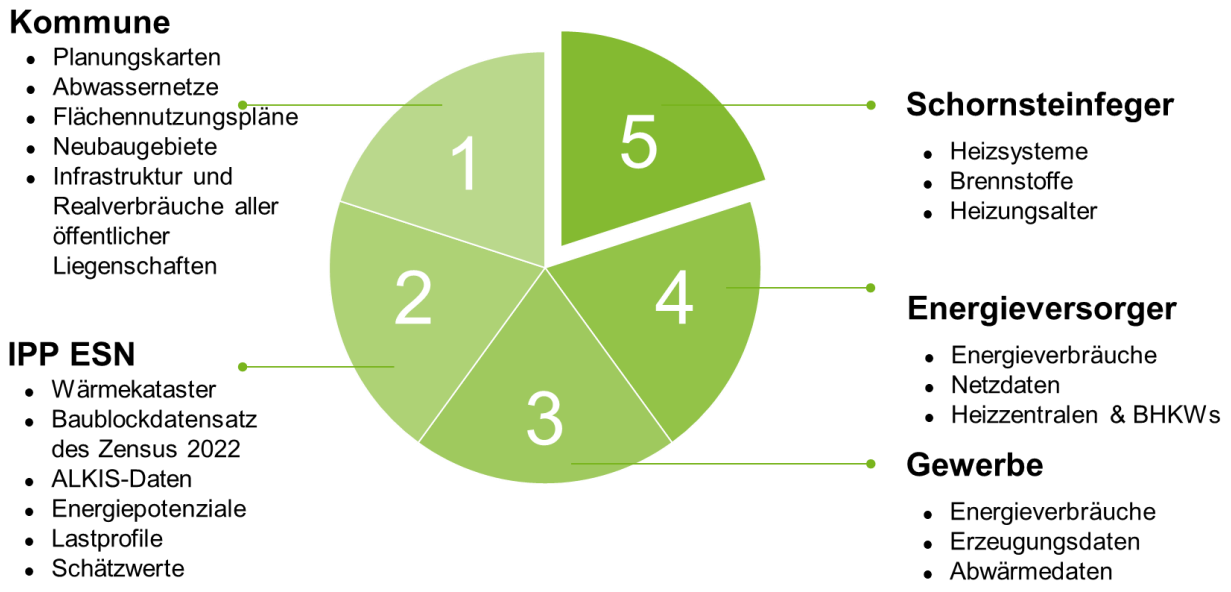

Abbildung 3-2: Daten für die Wärmeplanung

Die bereitgestellten Daten wurden durch energietechnische Modelle, Statistiken und Kennzahlen ergänzt. Im Anschluss hat eine Plausibilisierung der Daten im digitalen Zwilling mit den bereitgestellten Daten stattgefunden.

3.3 GEBÄUDEBESTAND

Durch die Zusammenführung von offenem Kartenmaterial sowie dem amtlichen Liegenschaftskataster ergeben sich 3.159 beheizte Gebäude im Projektgebiet, die im Folgenden analysiert wurden.

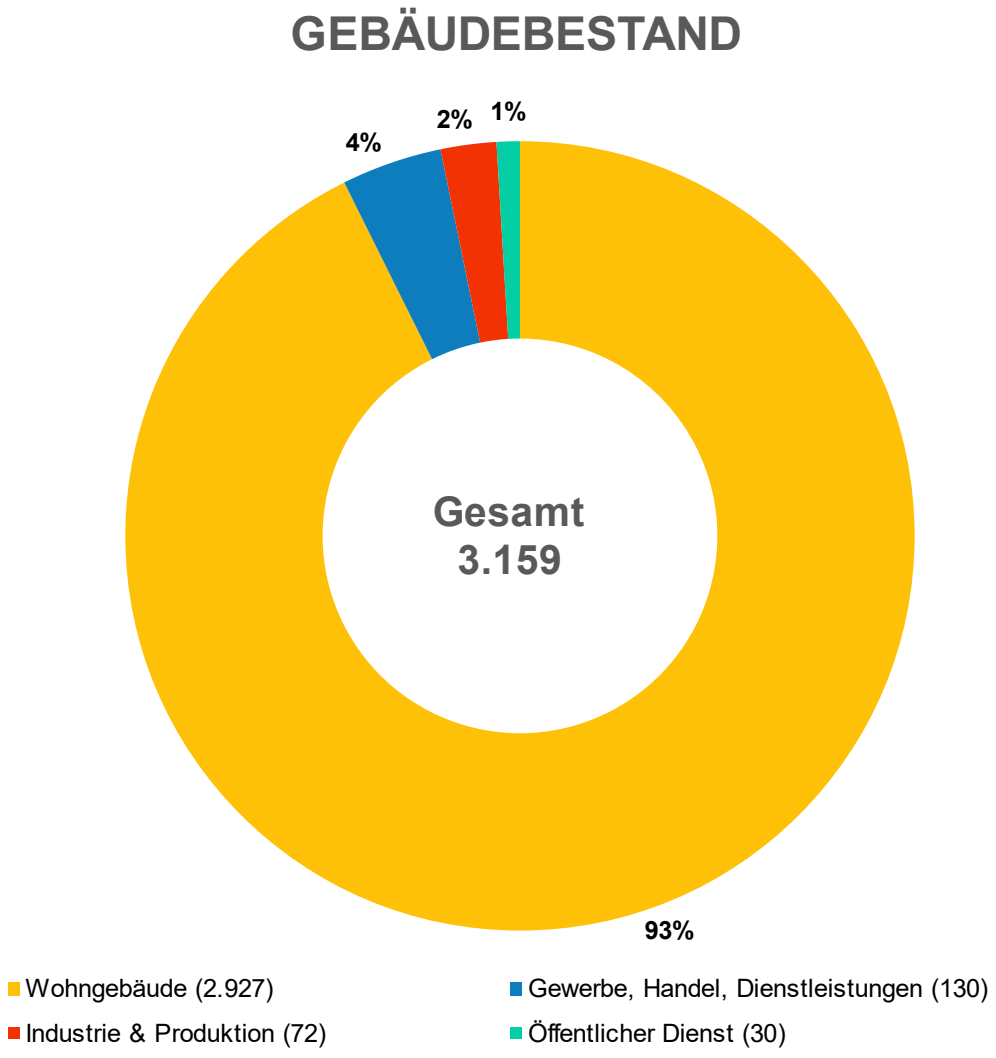

Abbildung 3-3: Gebäudeanzahl nach Sektor im Projektgebiet

Wie in Abbildung 3-3 zu sehen, besteht der überwiegende Anteil der Gebäude aus Wohngebäuden, gefolgt von Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie und Produktion und öffentlichen Bauten. Hieraus wird ersichtlich, dass die Wärmewende eine kleinteilige Aufgabe ist und sich zu großen Stücken im Wohnbereich abspielen muss.

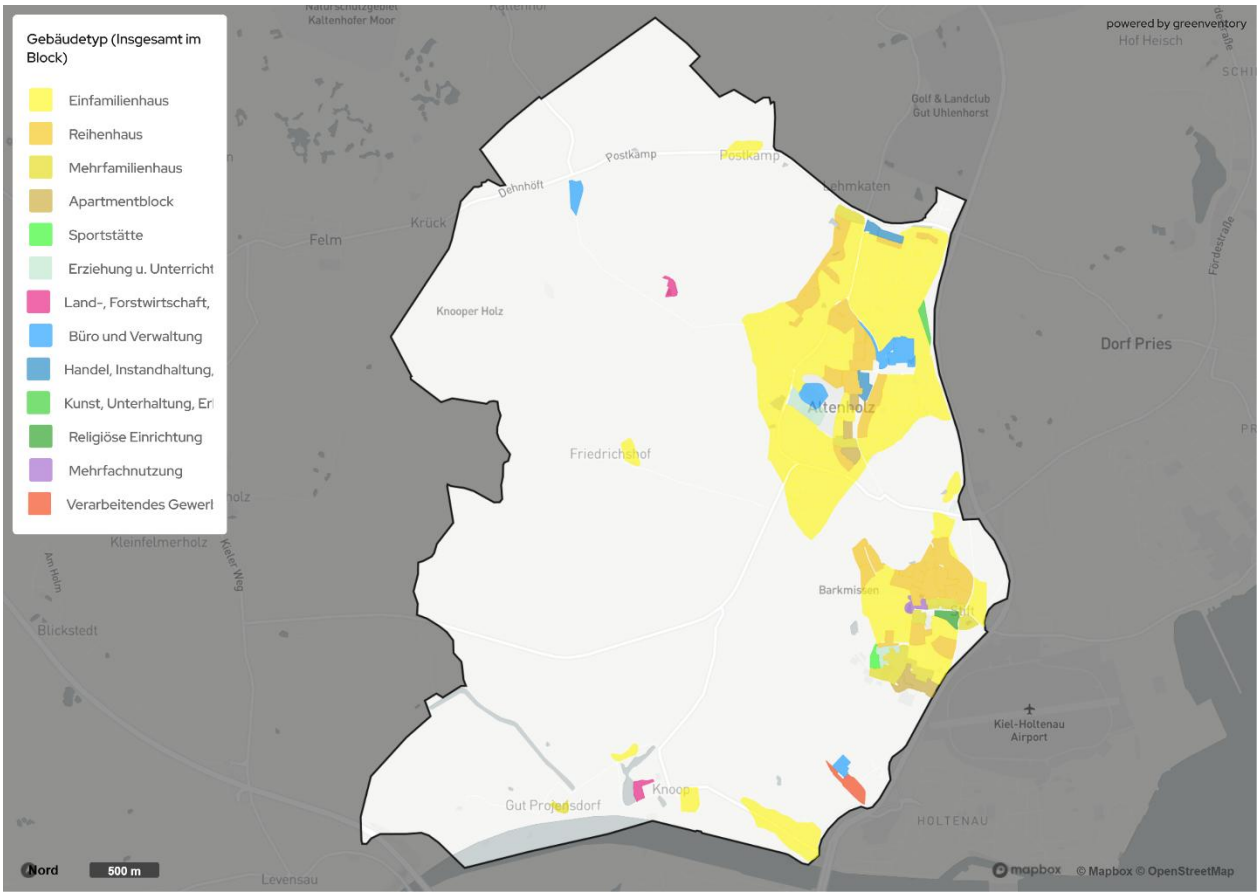

Abbildung 3-4: Überwiegender Gebäudetyp nach Baublock

Bei der Betrachtung der Gebäudetypen ist in Altenholz das Einfamilienhaus dominierend, gefolgt von Reihenhäusern und Mehrfamilienhäusern. Die räumliche Verteilung der Gebäudetypen kann der Abbildung 3-4 entnommen werden.

Die Analyse der Baualtersklassen (siehe Abbildung 3-5) enthüllt, dass gut zwei Drittel der Gebäude vor 1979 errichtet wurden und damit bevor die erste Wärmeschutzverordnung mit ihren Anforderungen an die Wärmedämmung in Kraft trat. Die Einteilung der Baualtersklassen beruht auf Zensus-Daten von 2022. Ab 1979 umfassen die Baualtersklassen dabei kürzere Jahresabschnitte (12 bzw. 10 Jahre), da die Entwicklungen in der Gebäudetechnik und die Anforderungen an den Wärmeschutz schneller voranschritten.

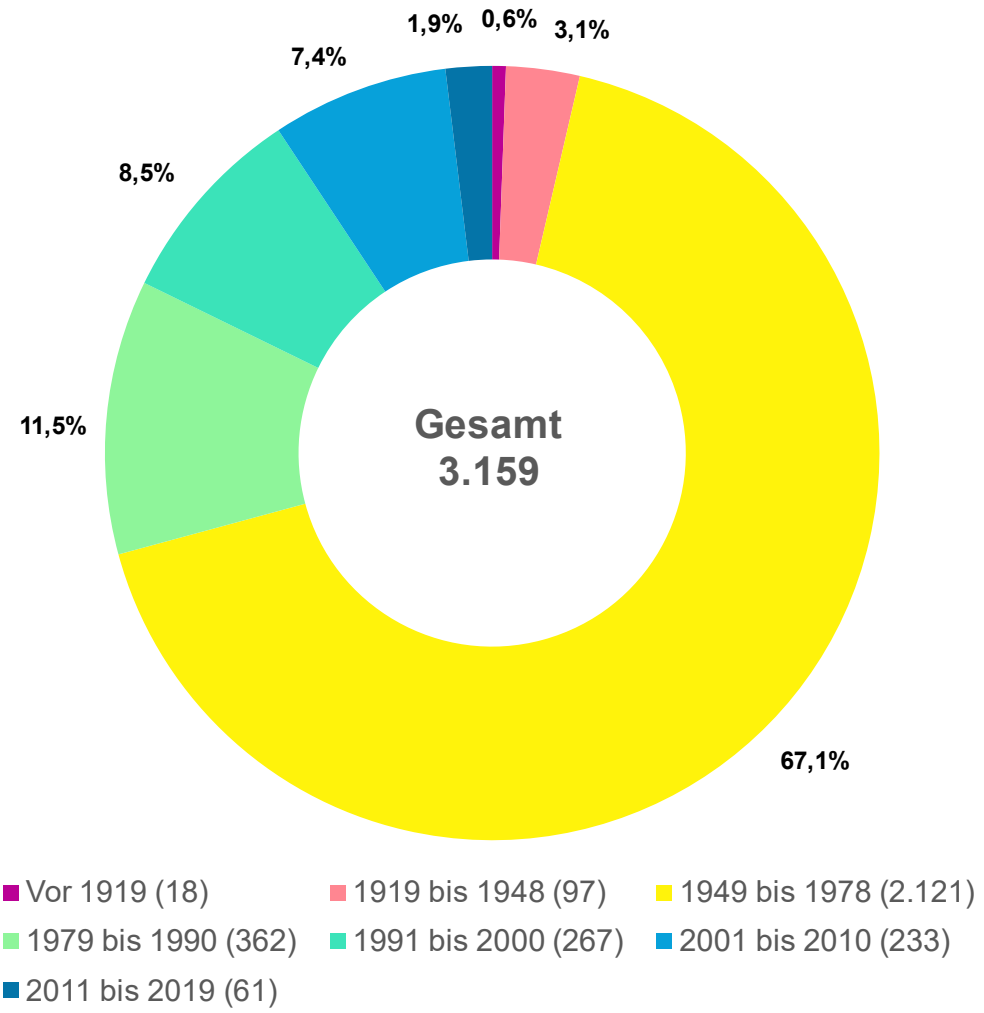

Abbildung 3-5: Gebäudeverteilung nach Baualtersklassen im Projektgebiet

Insbesondere Gebäude, die zwischen 1949 und 1978 erbaut wurden, stellen den größten Anteil am Gebäudebestand dar und bieten zudem das umfangreichste Sanierungspotenzial. Altbauten, die vor 1919 errichtet wurden, zeigen, sofern sie bislang wenig oder nicht saniert wurden, den höchsten spezifischen Wärmebedarf. Diese Gebäude sind wegen ihrer oft robusten Bauweise interessant für eine Sanierung, allerdings können denkmalschutzrechtliche Auflagen Einschränkungen mit sich bringen. Um das Sanierungspotenzial jedes Gebäudes vollständig ausschöpfen zu können, sind gezielte Energieberatungen und angepasste Sanierungskonzepte erforderlich. In Altenholz birgt die Große Anzahl an Gebäuden der Baualtersklasse 1949 bis 1978 große Herausforderungen, aber auch Chancen hinsichtilich der energetischen Gebäudesanierung. In Abbildung 3-6 ist die räumliche Verteilung der Baualtersklassen im Untersuchungsgebiet dargestellt.

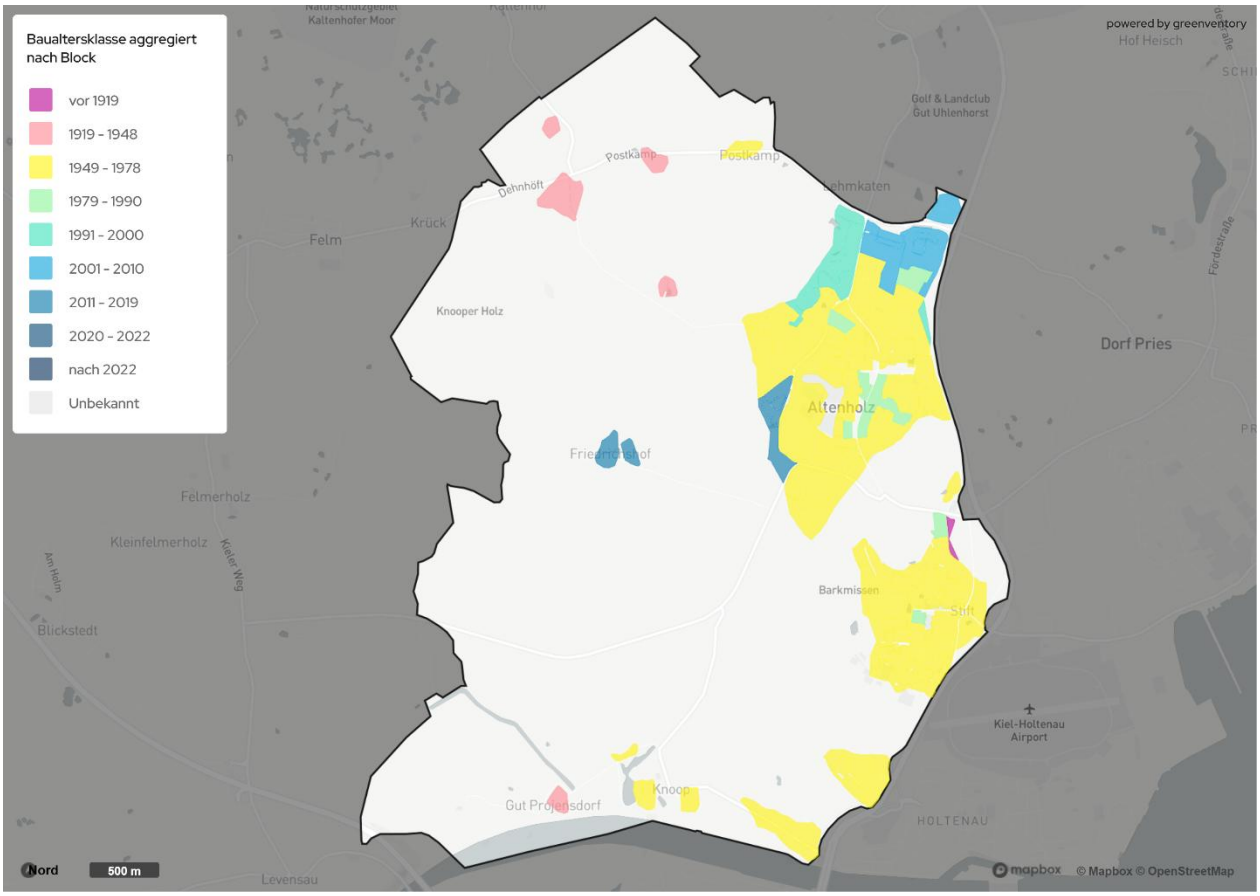

Abbildung 3-6: Baublockbezogene Darstellung der Baualtersklassen

Anhand des Baujahres, des Verbrauchs und der Grundfläche wird eine überschlägige Einteilung der Gebäude in die GEG-Energieeffizienzklassen vorgenommen, um den Sanierungsstand abzuschätzen. Die Energieeffizienzklassen gemäß dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) geben an, wie energieeffizient ein Gebäude ist und wie hoch der relative Energiebedarf bezogen auf die genutzte Fläche zur Beheizung, Kühlung, Lüftung und Warmwasserbereitung ist. Ein großer Teil der Gebäude befindet sich in der unteren Hälfte der Energieeffizienzklassen (siehe Abbildung 3-7). Ein nicht unerheblicher Anteil ist den Effizienzklassen G und H zuzuordnen, was unsanierten oder nur sehr wenig sanierten Altbauten entspricht. Die Größte Anzahl an Gebäuden sind Effizienzklasse F zuzuordnen und entsprechen überwiegend Altbauten, die nach den Richtlinien der Energieeinsparverordnung (EnEV) modernisiert wurden. Durch weitere energetische Sanierungen kann der Anteil der Gebäude in den unteren Effizienzklassen zugunsten der mittleren Effizienzklassen reduziert werden.

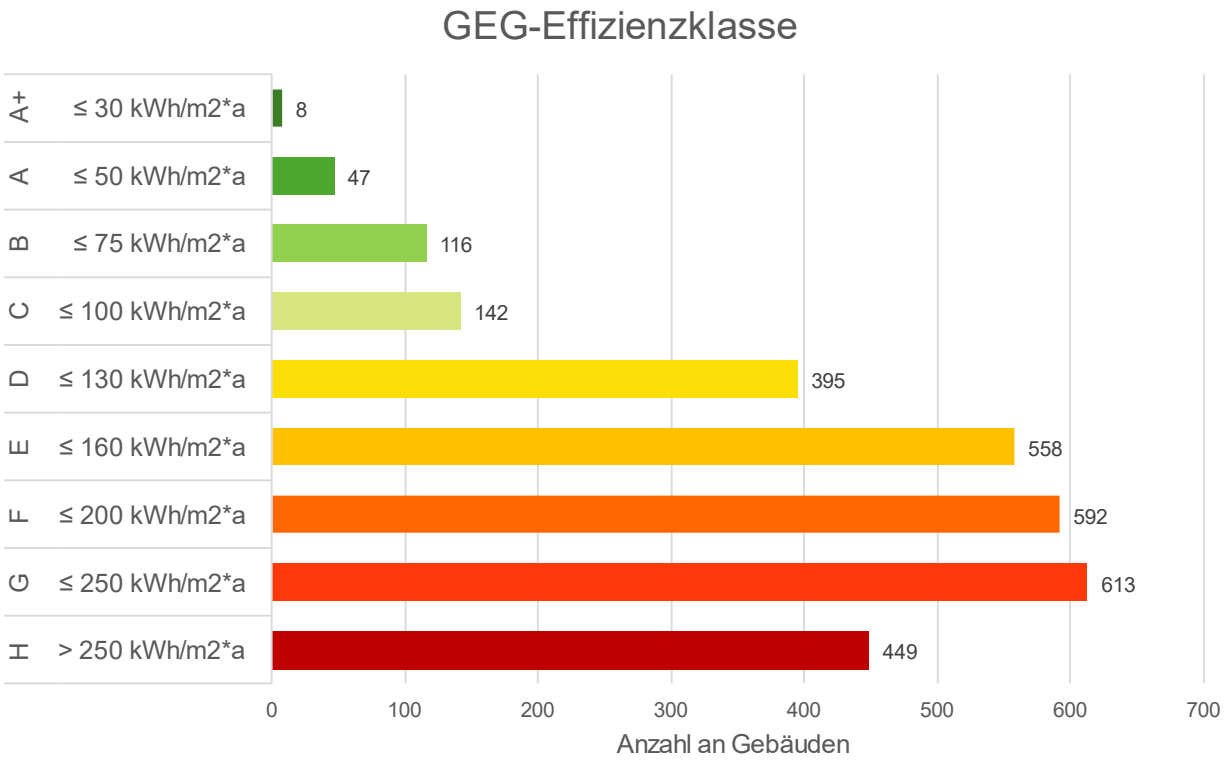

Abbildung 3-7: Gebäudeverteilung nach GEG-Effizienzklassen (Verbrauchswerte)

3.4 WÄRMEBEDARFE

Die Bestimmung des Wärmebedarfs erfolgte für die leitungsgebundenen Heizsysteme (Gas, Wärmenetz, Strom für Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen) über die aggregierten Verbrauchsdaten (Endenergieverbräuche). Mit den Wirkungsgraden der verschiedenen Heiztechnologien konnte so der Wärmebedarf (Nutzenergie) ermittelt werden. Bei nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen (Öl, Holz, Flüssiggas) und bei beheizten Gebäuden mit fehlenden Informationen zum verwendeten Heizsystem wurde der Wärmebedarf auf Basis der beheizten Fläche, des Gebäudetyps und weiteren gebäudespezifischen Daten berechnet. Für die Gebäude mit nicht-leitungsgebundenen Heizsystemen konnte unter Verwendung der entsprechenden Wirkungsgrade auf die Endenergieverbräuche geschlossen werden.

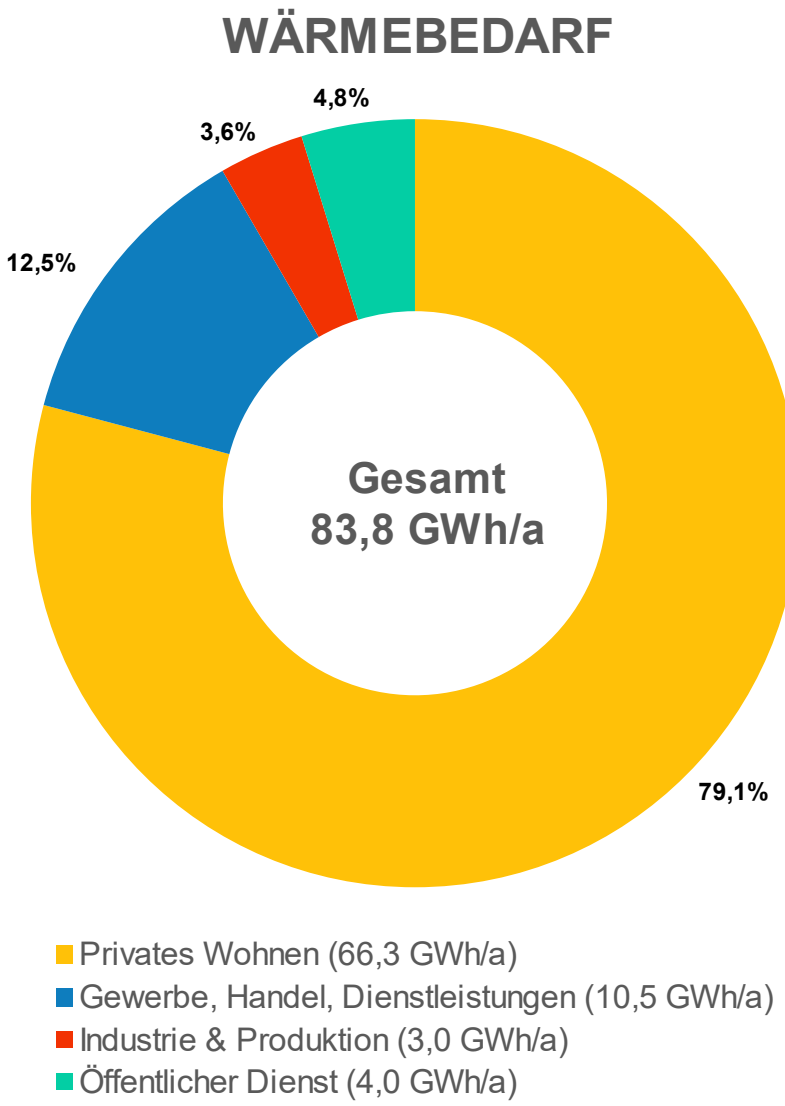

Abbildung 3-8: Wärmebedarf nach Sektor

In Abbildung 3-8 wird der Wärmebedarf der Kommune dargestellt. Es wird deutlich, dass der Wohnsektor mit Abstand den größten Anteil am Gesamtwärmebedarf ausmacht. Es folgt der Sektor Industrie und Produktion, gefolgt von öffentlich genutzten Gebäuden, einschließlich kommunaler Liegenschaften und dem Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungssektor mit jeweils geringeren Anteilen. Vergleicht man Abbildung 3-3 und Abbildung 3-8 wird deutlich, dass, obwohl nur ein geringer Anteil der Gebäude den öffentlichen Gebäuden zugeordnet wird, diese Gebäude einen verhältnismäßig größeren Anteil des Nutzenergiebedarfes ausmachen. Dies verdeutlicht, dass gerade auch die öffentlichen Gebäude ein wichtiger Faktor zur Realisierung der Wärmewende im Projektgebiet sind.

Die räumliche Verteilung der spezifischen Wärmebedarfsdichten auf Baublockebene ist in Abbildung 3-9 dargestellt.

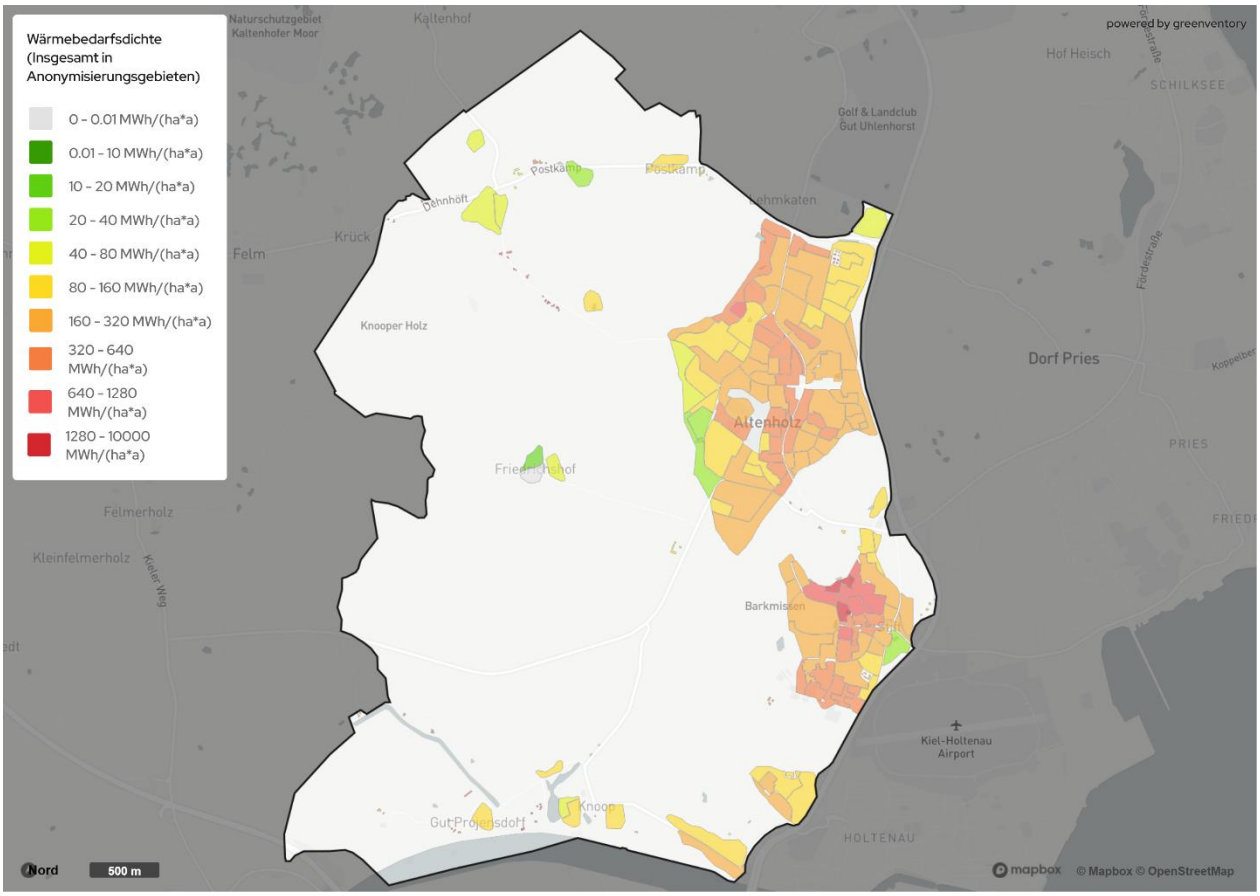

Abbildung 3-9: Verteilung der Wärmebedarfsdichte je Baublock

3.5 ANALYSE DER DEZENTRALEN WÄRMEERZEUGER

Als Datengrundlage zur Analyse der dezentralen Wärmeerzeuger dienten die elektronischen Kehrbücher der Bezirksschornsteinfeger, die Informationen zum verwendeten Brennstoff sowie zur Art und zum Alter der jeweiligen Feuerungsanlage enthalten. Durch Wärmepumpen versorgte Objekte werden über Angaben zu Heizstromverbrauchswerten erfasst. Wärmenetzanschlüsse und -verbrauchswerte einzelner Gebäude wurden über die jeweiligen Netzbetreiber abgefragt. Um in Zukunft Treibhausgasneutralität im Wärmesektor gewährleisten zu können, müssen alle fossil betriebenen Heizsysteme ersetzt werden. Die Abbildung 3-10 gibt einen Überblick über die derzeitigen Heizsysteme im Gebäudebestand.

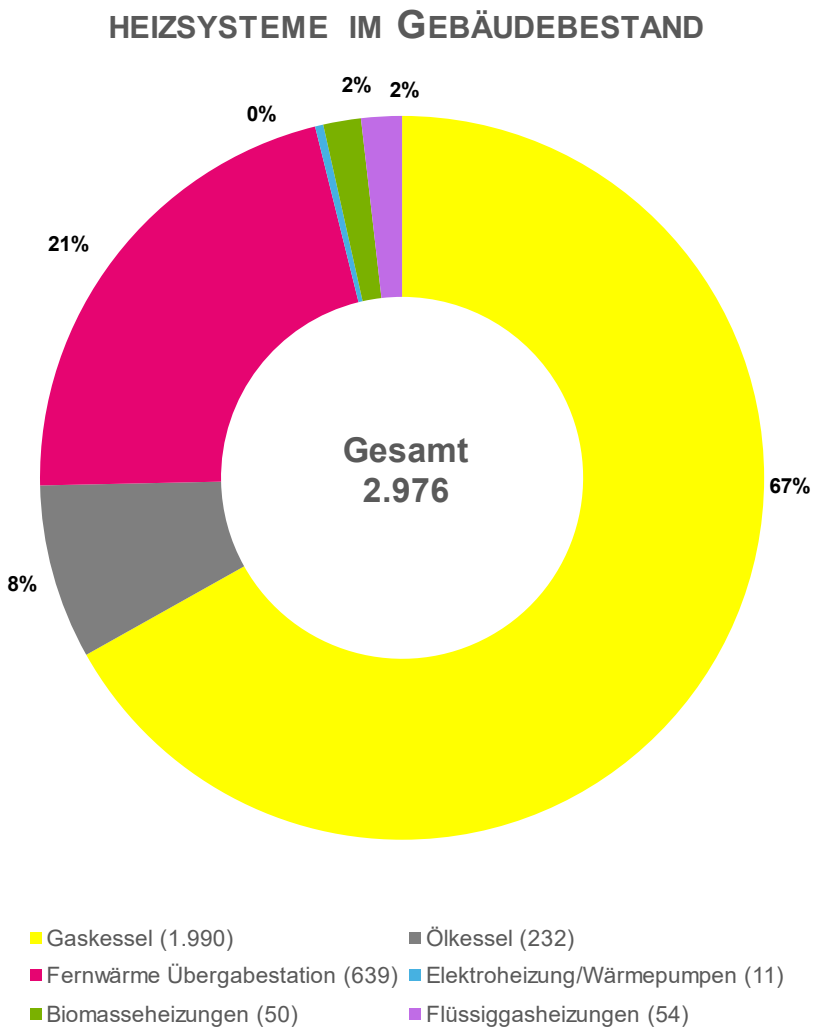

Abbildung 3-10: Heizsysteme im Gebäudebestand

Die Untersuchung des Alters der derzeit eingebauten Heizsysteme liefert wichtige Anhaltspunkte für eine gezielte Priorisierung beim Austausch dieser Systeme. Eine Auswertung der Altersstruktur dieser Systeme auf Gebäudeebene (vgl. Abbildung 3-11) offenbart einen signifikanten Anteil veralteter beziehungsweise stark veralteter Heizanlagen, unter der Annahme einer technisch begründeten Nutzungsdauer von 20 Jahren. Diese Annahme führt zu einer klaren Erkenntnis hinsichtlich des dringenden Handlungsbedarfs:

- Ca. ein Drittel aller Heizsysteme überschreiten bereits die Altersgrenze von 20 Jahren.
- Bei ca. 8 % der Anlagen ist sogar die 30-Jahre-Marke überschritten, was insbesondere vor dem Hintergrund des § 72 GEG relevant ist.

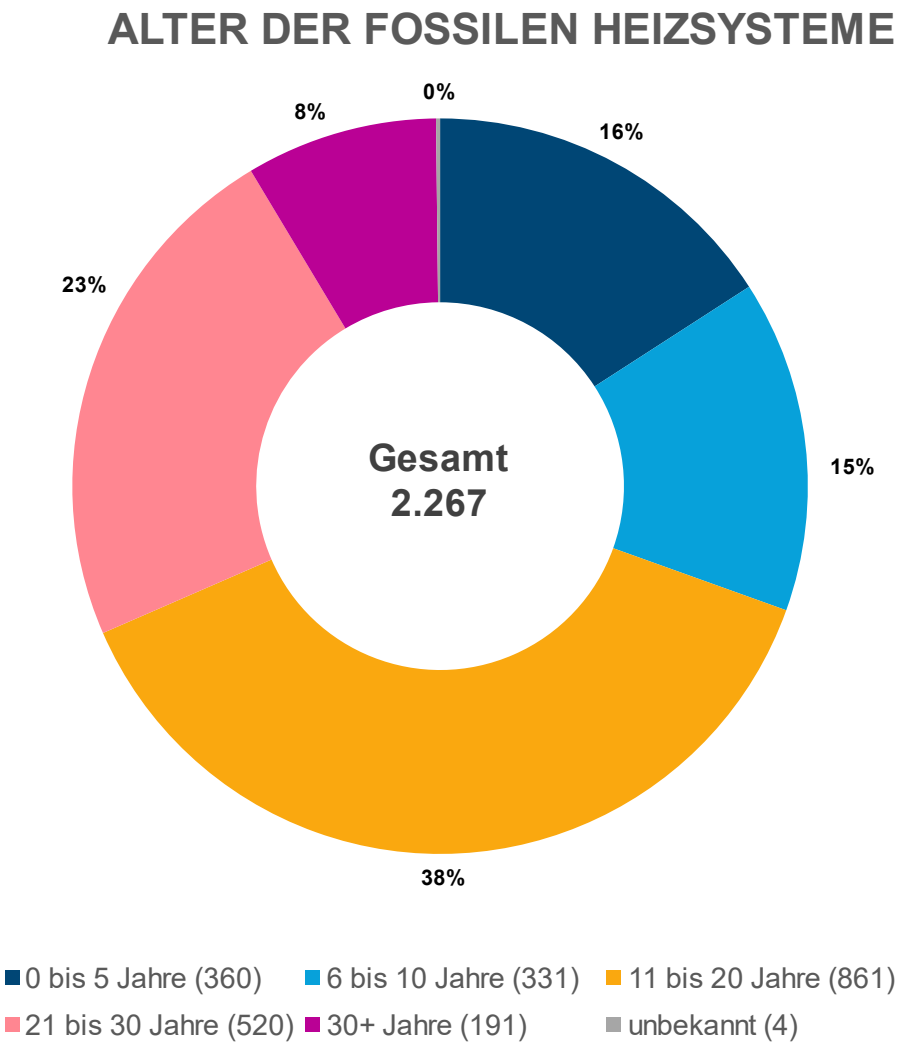

Abbildung 3-11: Anzahl der fossilen Heizsysteme (Erdgas, Flüssiggas und Erdöl) nach Alter

Gemäß § 72 GEG sollten Heizkessel, die flüssigen oder gasförmigen Brennstoff verbrauchen und vor dem 1. Januar 1991 aufgestellt wurden, nicht mehr betrieben werden. Das Gleiche gilt für später in Betrieb genommene Heizkessel, sobald diese 30 Jahre in Betrieb waren. Ausnahmen gelten für Niedertemperatur-Heizkessel und Brennwertkessel, Heizungen mit einer Leistung unter 4 Kilowatt oder über 400 Kilowatt sowie heizungstechnische Anlagen mit Gas-, Biomasse- oder Flüssigbrennstofffeuerung als Bestandteil einer Wärmepumpen-Hybridheizung, soweit diese nicht mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Ausgenommen sind ebenfalls Hauseigentümer in Ein- oder Zweifamilienhäusern, die ihr Gebäude zum 01.02.2002 bereits selbst bewohnt haben. Heizkessel mit fossilen Brennstoffen dürfen jedoch längstens bis zum Ablauf des 31.12.2044 betrieben werden (GEG, 2024).

Es ist somit ersichtlich, dass in den kommenden Jahren ein erheblicher Handlungsdruck auf Immobilienbesitzerinnen und Immobilienbesitzer zukommt. Dies betrifft v. a. den Fall des Systemaustauschs gemäß § 72 GEG. Für die Heizsysteme, die eine Betriebsdauer von mehr als 30 Jahren aufweisen, muss demnach geprüft werden, ob eine Verpflichtung zum Austausch des Heizsystems besteht. Zudem sollte eine technische Modernisierung der Heizsysteme mit einer Betriebsdauer zwischen 20 und 30 Jahren erfolgen oder es wird zumindest eine technische

Überprüfung empfohlen. Diese sollte um die Komponente einer ganzheitlichen Energieberatung ergänzt werden.

3.6 EINGESETZTE ENERGIETRÄGER

In Altenholz wird der Großteil der Gebäude über Erdgas mit Wärme versorgt. Die räumliche Verteilung der genutzten Energieträger ist in Abbildung 3-12 dargestellt. Auch die Bereiche, die mit Fernwärme versorg werden, lassen sich auf der Karte erkennen.

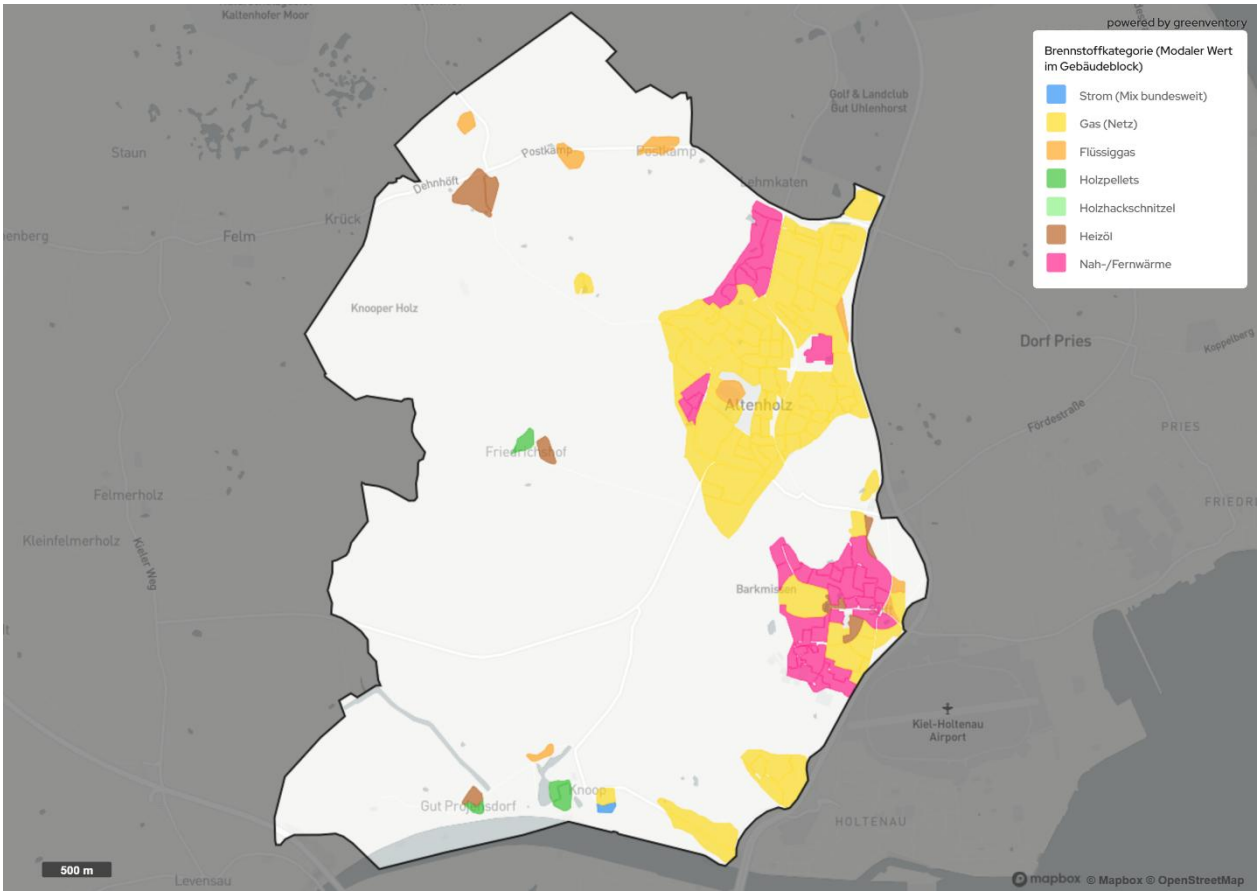

Abbildung 3-12: Energieträger für Wärme auf Baublock-Ebene

Anhand der Abbildung 3-13 lässt sich eine Übersicht über die bereitgestellte Endenergie für Gebäudewärme je Energieträger ablesen. Die Zusammensetzung der Energiebereitstellung verdeutlicht die Dominanz fossiler Brennstoffe im aktuellen Energiemix, insbesondere der von Erdgas. Der Anteil von Strom und Biomasse fällt bisher hingegen nur gering aus. Unter Biomasse fallen Holz und Holzprodukte (Holzhackschnitzel, Pellets etc.), forst- und landwirtschaftliche Reststoffe (Stroh, Reste aus Holzverarbeitung etc.), Biogener Abfall (Biomüll, Gartenabfälle etc.), sowie Biogas und dessen aufbereitete Form Biomethan. Durch Wärmepumpen versorgte Objekte werden über Angaben zu Heizstromverbrauchswerten erfasst. Hierbei liegt erfahrungsgemäß eine Dunkelziffer an unbekannten Wärmepumpen vor, da nicht jede Wärmepumpe über einen Heizstromtarif verfügt und somit in der KWP erfasst werden kann. Der Stromanteil des Endenergiebedarfs, wird in der Folge in Wärmepumpen und Direktheizungen genutzt.

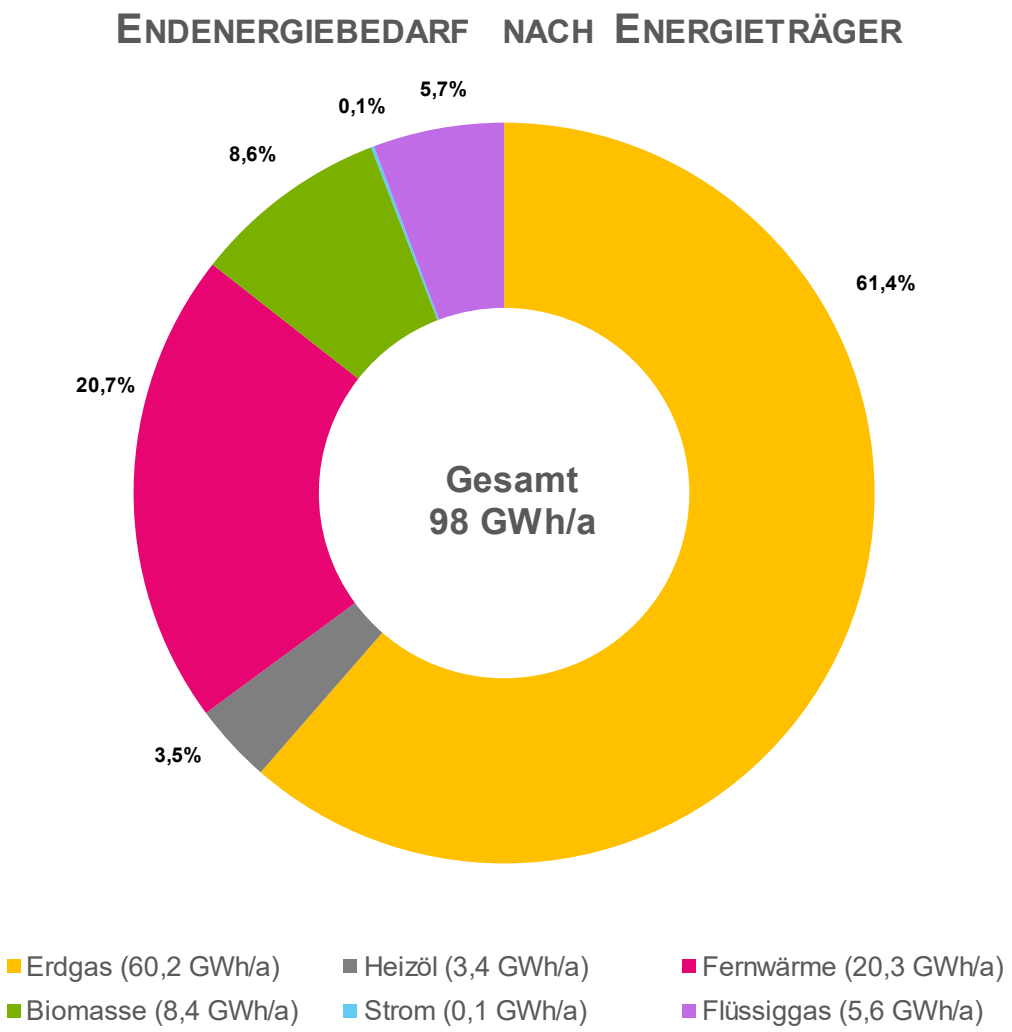

Abbildung 3-13: Energiebedarf nach Energieträger

Auch der Anteil des Endenergiebedarfs, der durch Fernwärme gedeckt wird, wird derzeit noch zum überwiegenden Teil durch Erdgas bereitgestellt (Abbildung 3-14). Die aktuelle Zusammensetzung der Energieträger verdeutlicht die Dimension der Herausforderungen auf dem Weg zur Dekarbonisierung. Die Verringerung der fossilen Abhängigkeit erfordert technische Innovationen, verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien, den Bau von Wärmenetzen und die Integration verschiedener Technologien in bestehende Systeme. Eine zielgerichtete, technische Strategie ist unerlässlich, um die Wärmeversorgung zukunftssicher und treibhausgasneutral zu gestalten.

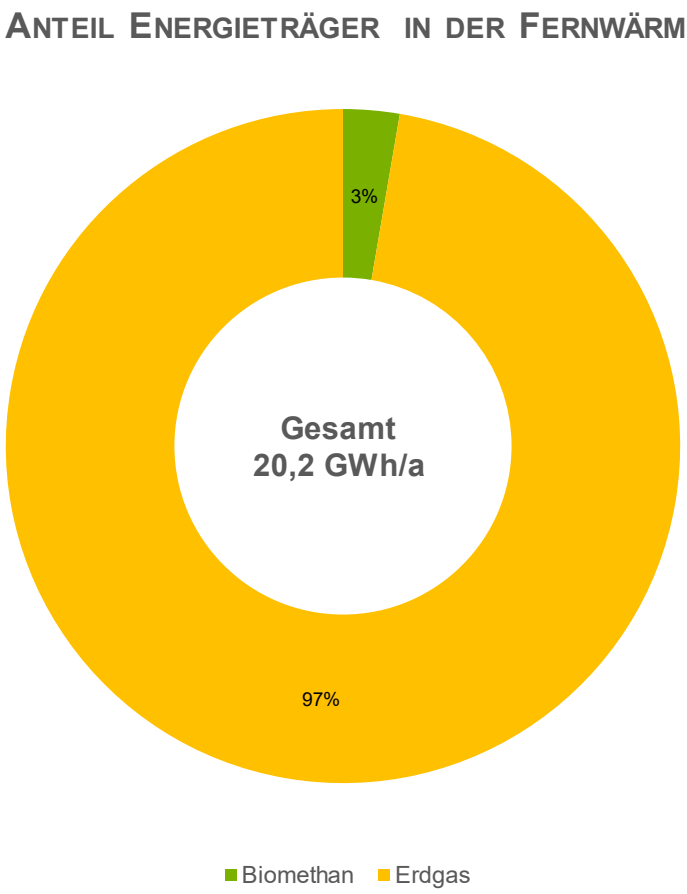

Abbildung 3-14: Anteil der Energieträger an der Fernwärmebereitstellung

Bei einem Vergleich der Zahlen in Abbildung 3-8 und Abbildung 3-13 fällt auf, dass es einen Unterschied zwischen Wärmebedarf und Endenergiebedarf gibt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in der Umrechnung von Energieträger auf Wärmebedarf ein Wirkungsgrad der Heizung berücksichtigt werden muss, d.h. es muss mehr Energie aufgewendet werden als tatsächlich zum Heizen verwendet wird, weil ein Teil als Verlust z.B. über den Schornstein an die Umgebung abgeführt wird. Dieser Wirkungsgrad ist bei nahezu allen Energieträgern zu berücksichtigen. Bei der Fernwärme wird die gelieferte Wärme bilanziert, weshalb der Wirkungsgrad des Heizwerkes nicht zu berücksichtigen ist, bei Strom ist es abhängig davon, in welcher Form mit Strom geheizt wird. Bei einer Wärmepumpe wird weniger Strom benötigt, als Wärme erzeugt wird, bei einer Stromdirektheizung wird der eingesetzte Strom eins zu eins in Wärme umgewandelt.

3.7 GASINFRASTRUKTUR

Im Projektgebiet ist die Gasinfrastruktur so gut wie flächendeckend etabliert (siehe Abbildung 3-15). Insgesamt sind 2.071 Gebäude an das Gasnetz angeschlossen. Nur in den ländlich geprägten Ortsteilen Friedrichshof, Kubitzberg und Dehnhöft sind keine Erdgasleitungen verlegt. Dies ist die Grundlage für die in Kapitel 3.6 beschriebene Dominanz von Erdgas als Energieträger.

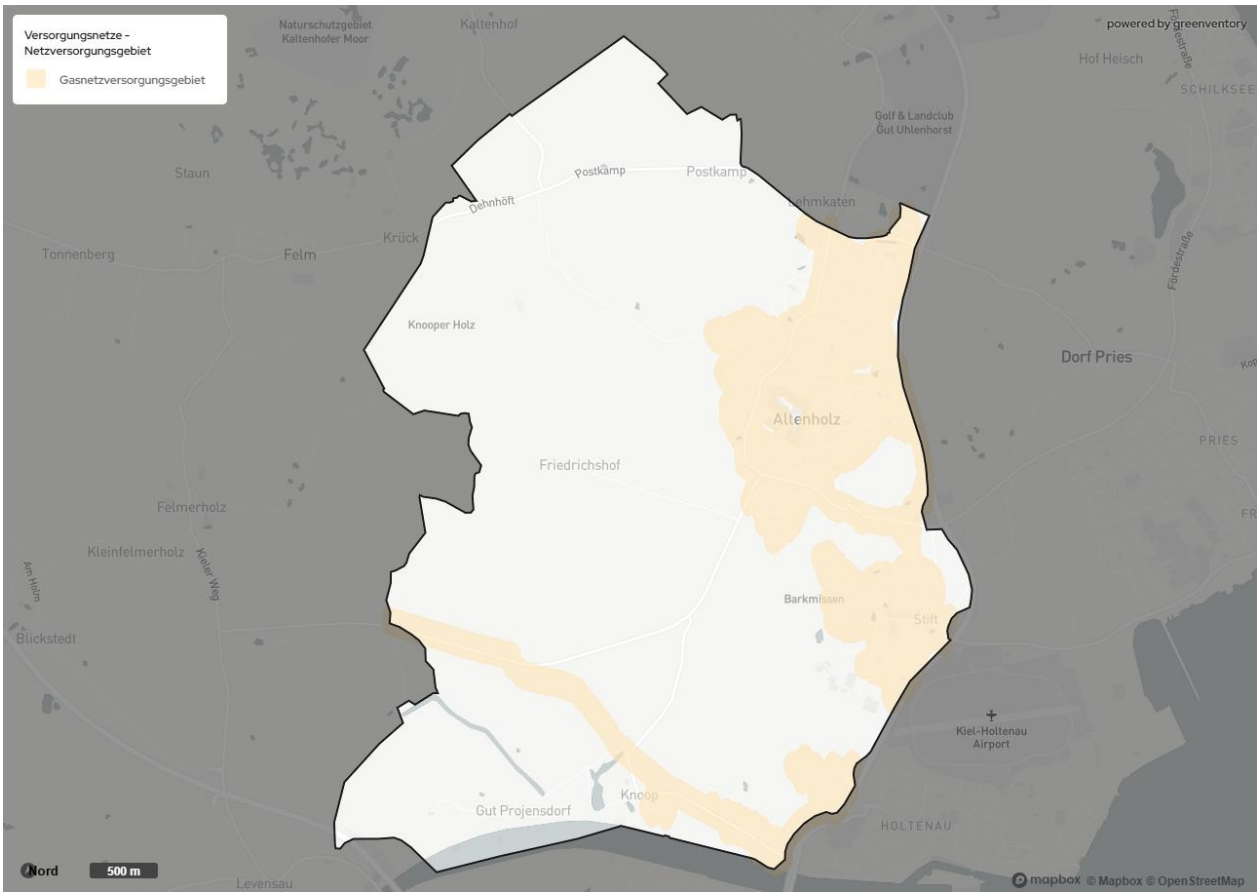

Abbildung 3-15: Gasnetzinfrastruktur im Projektgebiet

Das Erdgasverteilnetz auf Mittel- und Niederdruckebene wird seine Rolle als dominierendes Energieverteilnetz noch einige Jahre aufrechterhalten, jedoch langfristig an Bedeutung verlieren, da der Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmeerzeugung steigt. Dies wird langfristig dazu führen, dass nach und nach Leitungsstränge stillgelegt werden.

Die Kundinnen und Kunden müssen jedoch nicht um die Erdgasversorgung bangen – Energieversorgungsunternehmen müssen Endkundinnen und Endkunden in Gemeindegebieten in denen sie Energieversorgungsnetz betreiben nach §18 Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) mit Gas versorgen und können ordnungsgemäß zahlenden Kundinnen und Kunden den Liefertrag nicht einseitig kündigen. Diese Versorgungspflicht entfällt nur, wenn die Anschlussnutzung für den Betreiber aus wirtschaftlichen Gründen nicht zumutbar ist. Dies ist derzeit jedoch schwer darzulegen, da die Kosten für den Netzbetrieb über die Netzentgelte auf die Kundinnen und Kunden umgelegt werden.

Vielmehr ist anzunehmen, dass die Kundinnen und Kunden das Gasnetz nach und nach freiwillig verlassen, um die vorgeschriebenen erneuerbaren Anteile zu erfüllen. Die VDI 2067 gibt eine rechnerische Nutzungsdauer von 20 Jahren für Erdgasheizungen an. Die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) unterstützt den Austausch fossiler Heizungen, die älter als 20 Jahre sind, mit einem zusätzlich „Klimageschwindigkeitsbonus“. Daher ist zu erwarten, dass die meisten Heizungen ausgetauscht werden, wenn sie zwischen 20 und 25 Jahren alt sind.

Teil der Wärmewendestrategie ist es, die gasnutzenden Gebäudeeigentümerinnen und Gebäudeeigentümer durch geeignete Informationen und Beratungsangebote zu einem Wechsel

des Energieträgers vor 2040 zu motivieren, um bis 2040 die Treibhausneutralität im Wärmesektor in Altenholz zu erreichen.

Es ist für die Übergangszeit denkbar, dass Kundinnen und Kunden über das Erdgasnetz auch erneuerbare Energieanteile in Form von Biomethan beziehen. Allerdings ist absehbar, dass die Verfügbarkeit von Biomethan begrenzt und der Preis hoch sein wird, sodass dies langfristig nach 2040 (Zieljahr) bzw. 2045 (bundesweites Ziel für eine fossilfreie Wärmeversorgung) keine attraktive Option sein dürfte. Während Biomethan bereits am Markt erhältlich ist und teilweise zum Heizen verwendet wird, ist grüner Wasserstoff derzeit noch nicht verfügbar und wird für den Einsatz in Gasheizungen auf absehbare Zeit zu teuer bleiben. Der grüne Wasserstoff wird künftig für Hochtemperaturanwendungen und die stoffliche Verwendung in der Industrie eingesetzt werden. Daher wird die Umnutzung des bestehenden Erdgasverteilnetzes als Wasserstoffnetz in dieser Wärmeplanung ausgeschlossen.

3.8 WÄRMENETZ

Abbildung 3-16: Wärmenetzinfrastrukur im Projektgebiet

Aktuell bestehen in Altenholz drei Wärmenetze (siehe Abbildung 3-16), die mit Wasser als Wärmeträger betrieben werden. Das Wärmenetz im Ortsteil Altenholz-Stift wurde in den Jahren 1961 bis 1966 erschlossen und versorgt weite Teile des Ortskerns, das Gymnasium, die Claus-Rixen-Schule und das Rathaus. Insgesamt werden 479 Gebäude versorgt. Die Netzlänge beträgt 10,5 km und die Vorlauftemperatur ist 80°C. Die Fernwärme wird in der Heizzentrale über ein Erdgas-BHKW und zwei Heizkessel erzeugt. Im BHKW wird ein Anteil Biomethan eingespeist. Netzbetreiber ist die Rheinenergie.

Das Netz in Altenholz-Klausdorf versorgt das in den 90er Jahren erschlossene Wohngebiet am Fresenberg. Insgesamt werden 160 Gebäude über 5,5 km Fernwärmeleitung versorgt. Das Gebiet wurde ursprünglich 1994 erschlossen, um die Abwärme des IT-Dienstleisters Dataport zu nutzen. Inzwischen wird das Netz über ein Erdgas-BHKW beheizt und von den Stadtwerken Kiel betrieben. Die Vorlauftemperatur beträgt 85°C.

Das dritte und kleinste Netz wird von den Stadtwerken SH betrieben. Es erschließt die Straßen Eckkoppel und Schulkoppel. Insgesamt werden 18 Gebäude über ein Erdgas BHKW und einen Heizkessel mit Wärme versorgt. Das 400 m lange Netz wurde 2017 in Betrieb genommen und hat eine Vorlauftemperatur von 75°C.

Wärmeliniendichten stellen eine zentrale Kenngröße zur Bewertung der wirtschaftlichen Potenziale von Wärmenetzen dar. Sie geben den auf die jeweilige Straßenlänge bezogenen Wärmebedarf an, indem der Wärmebedarf der Gebäude den angrenzenden Straßenzügen zugeordnet wird. Dies ermöglicht eine differenzierte Analyse, in welchen Bereichen der Aufbau eines Wärmenetzes aufgrund der vorhandenen Nachfrage besonders wirtschaftlich erscheint. In Abbildung 3-17 sind die Wärmeliniendichten für die Gemeinde Altenholz dargestellt. Besonders hohe Wärmeliniendichten sind in Bereichen vorhanden, die bereits durch die Fernwärmeleitungen erschlossen sind.

Abbildung 3-17: Wärmeliniendichten

3.9 KÄLTENETZ

In Altenholz ist die städtebauliche Struktur überwiegend von Wohnbebauung geprägt. Anders als in vielen Büro- oder Gewerbegebieten, in denen eine Klimatisierung zum Standard gehört, spielt die Kühlung von Gebäuden im Wohnbereich derzeit nur eine untergeordnete Rolle. Entsprechend ist der Kühlbedarf in den meisten Wohnhäusern sehr gering, was zu einem niedrigen potenziellen Kälteabsatz führt.

Die Erzeugung von Kälte erfolgt in den meisten Fällen dezentral über Kompressionskältemaschinen, die nach einem ähnlichen Prinzip wie Wärmepumpen arbeiten – jedoch wird hier Kälte anstelle von Wärme als Nutzenergie bereitgestellt. Dabei können aus einer Einheit Strom mehrere Einheiten Kälte erzeugt werden. In speziellen Anwendungen, wie etwa in Supermärkten, der Lebensmittelbranche oder Krankenhäusern, lässt sich die Abwärme aus Kühlprozessen zudem direkt für die Wärmeerzeugung nutzen, sofern zeitgleich ein Wärme- und ein Kühlbedarf bestehen oder Energie zwischengespeichert werden kann.

Analog zu Wärmenetzen besteht grundsätzlich auch die Möglichkeit, Kälte über ein zentrales, netzgebundenes System zu verteilen. In solchen Kältenetzen wird kaltes Wasser über Rohrleitungen zu den angeschlossenen Gebäuden transportiert. Damit ein solches System wirtschaftlich betrieben werden kann, ist jedoch ein hoher, kontinuierlicher Kältebedarf erforderlich. In einer überwiegend von Wohngebäuden geprägten Umgebung wie in Altenholz, ist diese Voraussetzung nicht erfüllt.

Aufgrund der geringen jährlichen Kühlstunden, der niedrigen zu erwartenden Anschlussquote und der hohen Investitions- und Betriebskosten eines Kältenetzes, ist nicht davon auszugehen, dass sich eine zentrale Kälteversorgung in Altenholz wirtschaftlich realisieren lässt. Im Bestand konnten zudem keine bestehenden zentralen Kältenetze identifiziert werden.

Auch im gewerblichen und industriellen Bereich innerhalb von Altenholz sind Kältebedarfe wahrscheinlich in Einzelfällen vorhanden, jedoch nicht in einem räumlich konzentrierten Umfang, der den Aufbau einer flächendeckenden, zentralen Kälteinfrastruktur rechtfertigen würde. Hier erfolgt die Kältebereitstellung üblicherweise effizient und dezentral, beispielsweise durch Kompressionskältemaschinen oder Luftkühlung.

Insgesamt wird daher im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für Altenholz kein Potenzial für die Errichtung eines Kältenetzes gesehen. Sinnvoll ist es jedoch, bei einzelnen Liegenschaften mit hohem Kühlbedarf im Rahmen von Einzelfallprüfungen zu analysieren, ob sich bestehende Abwärmepotenziale nutzen lassen oder ob eine Kopplung von Wärme- und Kälteversorgung wirtschaftlich vorteilhaft sein könnte.

3.10 TREIBHAUSGASEMISSIONEN DER WÄRMEERZEUGUNG

In Altenholz betragen die gesamten Treibhausgasemissionen im Wärmebereich aktuell 20.329 Tonnen pro Jahr. Sie entfallen zum größten Teil auf den Wohnsektor, gefolgt vom Gewerbe- Handels und Dienstleistungssektor und zu kleineren Teilen auf den Sektor Industrie & Produktion sowie öffentlich genutzte Gebäude (siehe Abbildung 3-18). Damit sind die Anteile der Sektoren an den Treibhausgasemissionen in etwa proportional zu deren Anteilen am Wärmebedarf (siehe Abbildung 3-8). Jeder Sektor emittiert also pro verbrauchter Gigawattstunde Wärme ähnlich viel Treibhausgas, wodurch eine Priorisierung einzelner Sektoren auf Basis der spezifischen Emissionen nicht erfolgen muss.

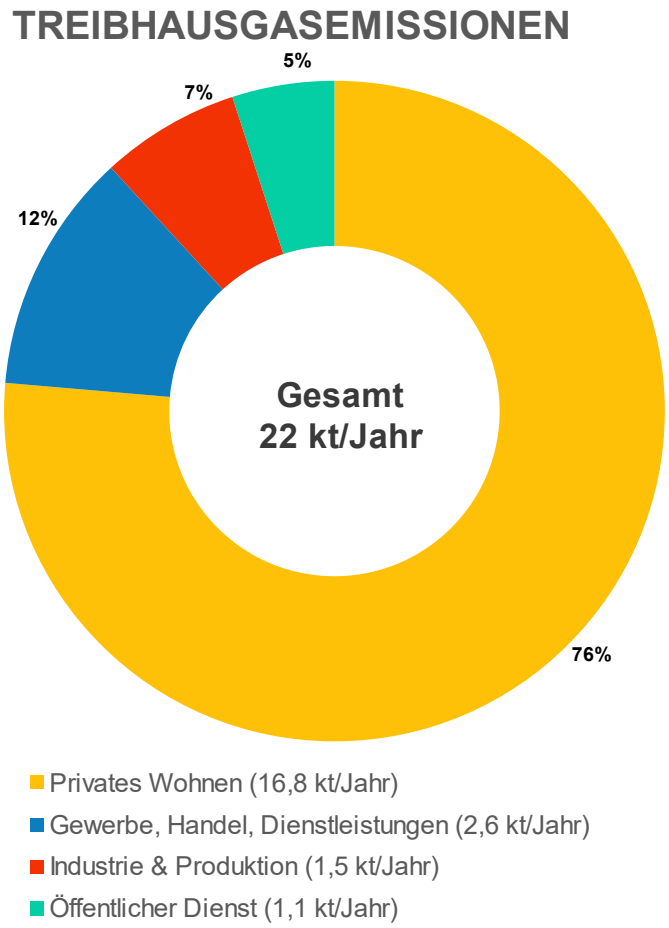

Abbildung 3-18: Treibhausgasemissionen nach Sektoren im Projektgebiet

Wie in Abbildung 3-13 dargestellt, wird der Großteil der Wärme durch Erdgas zur Verfügung gestellt. Auch die Fernwärmeerzeugung erfolgt überwiegend auf Basis von Erdgas. Dementsprechend ist der größte Anteil an Treibhausgasemissionen durch die Wärmeversorgung auf Erdgas als Energieträger zurückzuführen. Insgesamt verursachen die fossilen Wärmeerzeuger Erdgas, Flüssiggas, und Heizöl über 90 % der Emissionen im Wärmesektor im Projektgebiet. Biomasse und Strom machen nur einen geringen Bruchteil aus (siehe Abbildung 3-19). An diesen Zahlen wird deutlich, dass der Schlüssel für die Reduktion der Treibhausgase in der Abkehr von fossilen Energieträgern liegt.

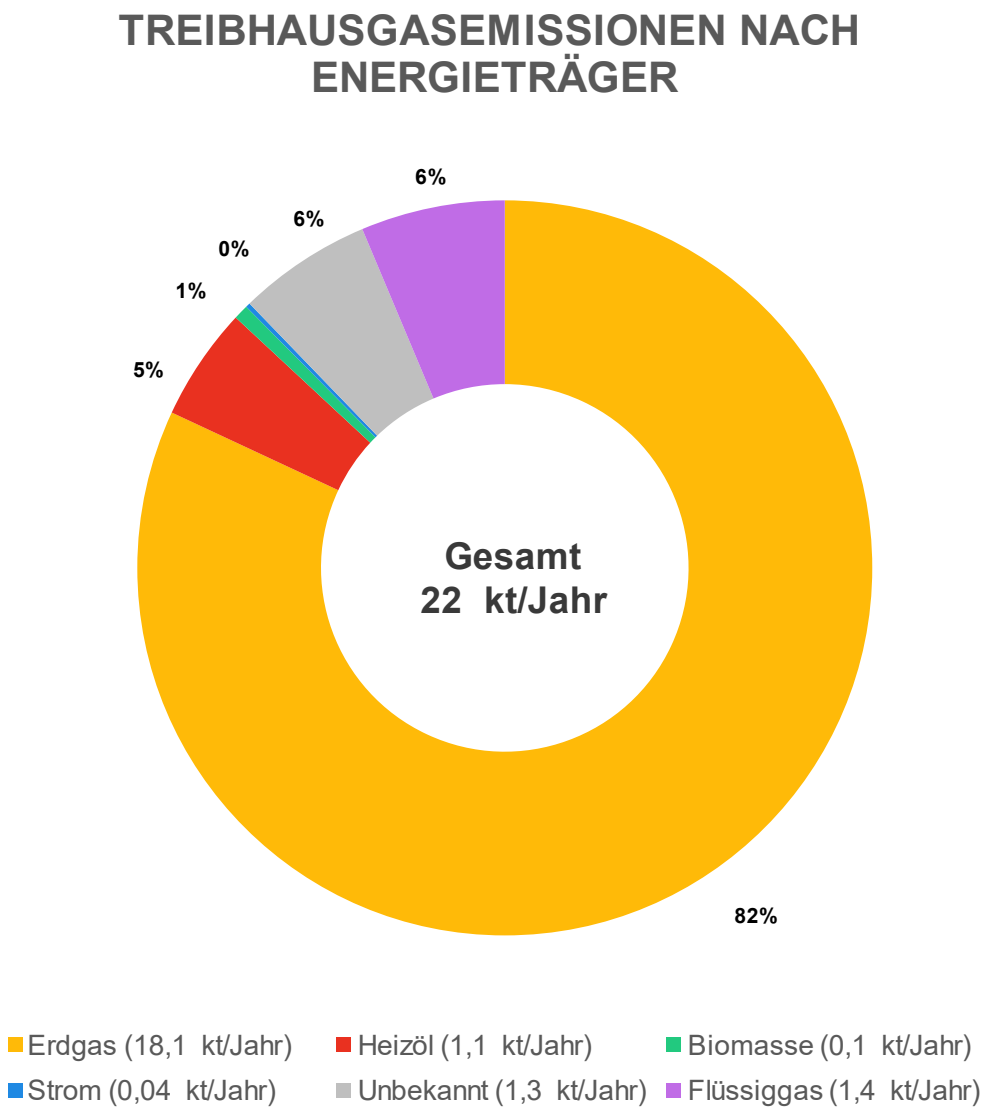

Abbildung 3-19: Treibhausgasemissionen nach Energieträger im Projektgebiet

Eine Reduktion der wärmebezogenen Treibhausgasemissionen bedeutet i.d.R. auch eine Verbesserung der Luftqualität, da diese auf Verbrennungsprozesse zurückzuführen sind, die neben CO_2 auch Luftschadstoffe emittieren. Dies bringt besonders in den Wohnvierteln eine erhöhte Lebensqualität mit sich. Eine Ausnahme besteht in der Umstellung des Energieträgers auf feste Biomasse. Durch die Nutzung von Biomasse werden die Treibhausgase nennenswert reduziert, die Luftschadstoffe jedoch nicht.

Die verwendeten Emissionsfaktoren sind in Tabelle 3-1 gelistet. Bei der Betrachtung der Emissionsfaktoren wird der Einfluss der Brennstoffe bzw. Energiequellen auf den Treibhausgasausstoß deutlich. Zudem spiegelt sich die erwartete Dekarbonisierung des Stromsektors in den Emissionsfaktoren wider. Dieser entwickelt sich für den deutschen Strommix von heute 0,485 tCO_2/MWh auf zukünftig 0,032 tCO_2/MWh (vgl. KEA-BW, 2024) – ein Effekt, der elektrische Heizsysteme wie Wärmepumpen zukünftig weiter begünstigen dürfte. Der zukünftige stark reduzierte Emissionsfaktor des Strommixes spiegelt die erwartete Entwicklung einer fast vollständigen Dekarbonisierung des Stromsektors wider.

Tabelle 3-1: Heizwertbezogene Emissionsfaktoren nach Energieträger (Technikkatalog (Langreder et al. (Im Auftrag des BMWK), 2024)

	EMISSIONSFAKTOREN (tCO_2/MWh)			
ENERGIETRÄGER	2022	2030	2040	2045
STROM	0,499	0,110	0,025	0,015
HEIZÖL	0,310	0,310	0,310	0,310
ERDGAS	0,240	0,240	0,240	0,240
STEINKOHLE	0,400	0,400	0,400	0,400
BIOGAS	0,139	0,133	0,126	0,123
BIOMASSE (HOLZ)	0,020	0,020	0,020	0,020
SOLARTHERMIE	0,000	0,000	0,000	0,000
ABWÄRME AUS VERBRENNUNG	0,020	0,020	0,020	0,020
PROZESSABWÄRME	0,040	0,038	0,036	0,035

3.11 ZUSAMMENFASSUNG BESTANDSANALYSE

Altenholz besitzt in Klausdorf und Stift einen kleinstädtischen Charakter, währen der Rest des Gemeindegebiets eher ländlich geprägt ist. Die Siedlungsstruktur wird überwiegend durch Einfamilienhäuser und Reihenhaussiedlungen geprägt. Dabei fallen zwei Drittel des Gebäudebestands in die Altersklasse 1949 bis 1978. Gebäude aus dieser Zeit bieten großes Potenzial für energetische Sanierungen, da sie häufig eine hohe Wärmedurchlässigkeit aufweisen und vor Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung entstanden sind. Dies spiegelt sich auch in den teilweise hohen Wärmebedarfen wider.

Altenholz verzeichnet derzeit einen jährlichen Wärmebedarf von 83,8 GWh, wobei der Großteil auf den Wohnsektor entfällt, gefolgt von Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Die aktuelle Wärmeversorgung ist vor allem durch die fossilen Energieträger geprägt, die den Großteil der benötigten Endenergie bereitstellen. Auch die beiden Wärmenetze werden derzeit zum allergrößten Teil mit Erdgas betrieben. Die Bestandsanalyse verdeutlicht die zentrale Rolle fossiler Energieträger in der aktuellen Wärmeversorgungsstruktur, mit einem signifikanten Anteil im Wohnsektor, der sowohl die Mehrheit der Emissionen als auch der Gebäudeanzahl ausmacht. Die Treibhausgasemissionen im Wärmebereich belaufen sich derzeit auf etwa 22,1 Kilotonnen CO_2-Äquivalente pro Jahr. Die Abkehr von Erdgas und weiteren fossilen Energieträgern zugunsten erneuerbarer Energien und emissionsärmerer Technologien ist daher eine zentrale Herausforderung für die Klimaziele der Gemeinde. Die wesentlichen Kennzahlen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 3-2: Wesentliche Kennzahlen der Bestandsanalyse

GEBÄUDEBESTAND	3.159 beheizte Gebäude
WÄRMEBEDARF	83,8 GWh/a
ENDENERGIEBEDARF	98 GWh/a

TREIBHAUSGASEMISSIONEN DER WÄRMEERZEUGUNG	22.100 tCO_2e/a

4 POTENZIALANALYSE

Zur Ermittlung der technischen Potenziale wird eine umfassende Flächenanalyse durchgeführt. Dabei werden rechtliche Vorgaben des Landes sowie technische und planerische Eignungskriterien berücksichtigt. Alle Flächen, die nach diesen Kriterien grundsätzlich für die Gewinnung erneuerbarer Energien in Frage kommen, werden anschließend in drei Stufen der Eignung eingeteilt.

Diese Analyse zeigt auf, wie viel Energie in Form von Strom oder Wärme theoretisch innerhalb der Gemeindegrenzen aus erneuerbaren Quellen gewonnen werden könnte – unter der Annahme, dass alle geeigneten Flächen genutzt würden.

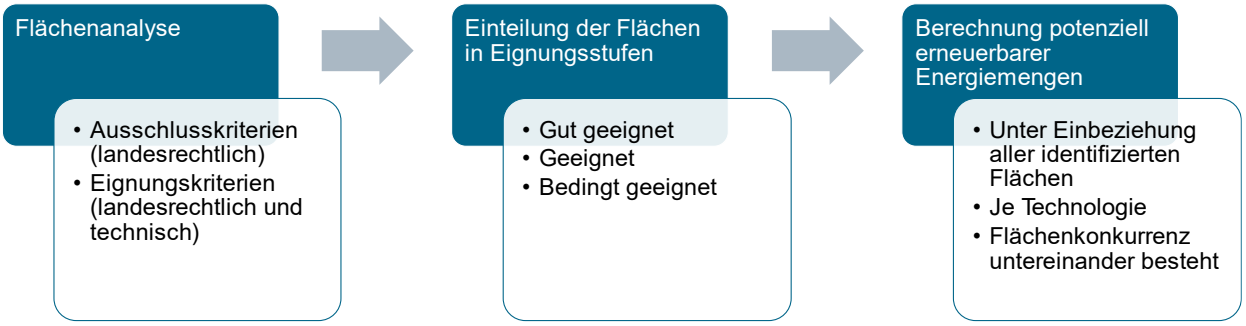

Abbildung 4-1: Vorgehen bei der Ermittlung von erneuerbaren Potenzialen

Ob diese Potenziale in der Praxis auch tatsächlich genutzt werden können, hängt allerdings von weiteren Faktoren ab: zum Beispiel von der Wirtschaftlichkeit, den Eigentumsverhältnissen, möglichen anderen Nutzungsinteressen oder zusätzlichen lokalen Vorgaben. Diese Aspekte müssen daher im Rahmen konkreter Vorhaben geprüft und die tatsächliche Nutzbarkeit der jeweiligen Fläche sichergestellt werden.

4.1 ERFASSTE POTENZIALE

Die Potenzialanalyse konzentriert sich auf die technischen Möglichkeiten zur Erschließung erneuerbarer Wärmequellen im Gebiet der Kommune. Grundlage sind umfangreiche Daten aus öffentlich zugänglichen Quellen. Durch die Analyse werden diese Potenziale räumlich abgegrenzt und in ihrer möglichen Nutzungsmenge abgeschätzt. Neben erneuerbaren Wärmequellen wird auch das Potenzial für die lokale Erzeugung von erneuerbarem Strom bewertet.

Im Einzelnen werden die folgenden Energiequellen berücksichtigt und sofern vorhanden deren Energiepotenziale erfasst:

- Biomasse: Erschließbare Energie aus organischem Material
- Windkraft: Stromerzeugungspotenzial aus Windenergie
- Solarthermie (Freifläche & Aufdach): Nutzbare Wärmeenergie aus Sonnenstrahlung
- Photovoltaik (Freifläche & Aufdach): Stromerzeugung durch Sonneneinstrahlung
- Oberflächennahe Geothermie: Nutzung des Wärmepotenzials der oberen Erdschichten (mittels Erdwärmesonden oder -kollektoren)
- Tiefengeothermie
- Luftwärmepumpe: Nutzung der Umweltwärme der Umgebungsluft
- Gewässerwärmepumpe (Flüsse und Seen): Nutzung der Umweltwärme der Gewässer

- Abwärme aus Klärwerken: Nutzbare Restwärme aus Abwasserbehandlungsanlagen
- Industrielle Abwärme: Erschließbare Restwärme aus industriellen Prozessen

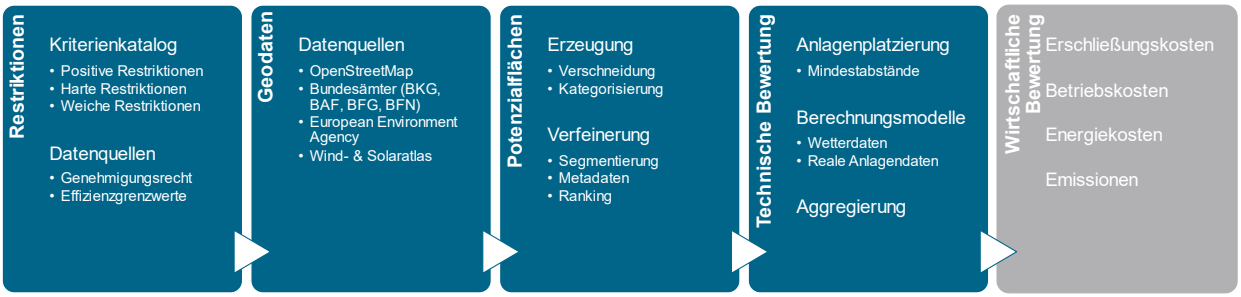

Abbildung 4-2: Vorgehen und Datenquellen der Potenzialanalyse

4.2 METHODE

Als Basis für die Potenzialanalyse wird eine stufenweise Eingrenzung der Potenziale vorgenommen. Dafür werden alle Flächen der Kommune auf ihre technologieabhängige Eignung analysiert und ihnen technologiespezifische Parameter (z. B. Windgeschwindigkeit oder solare Einstrahlung) zugeordnet. Die Schritte zur Erhebung des Potenzials sind folgende:

1. Erfassung von strukturellen Merkmalen aller Flächen des Untersuchungsgebietes.
2. Eingrenzung der Flächen anhand harter und weicher Restriktionskriterien sowie weiterer technologiespezifischer Einschränkungen (beispielsweise Mindestgrößen von Flächen für PV-Freiflächen).
3. Berechnung des jährlichen energetischen Potenzials der jeweiligen Fläche oder Energiequelle auf Basis aktuell verfügbarer, markterprobter Technologien.

In Tabelle 4-1 ist eine Auswahl der wichtigsten für die Analyse herangezogenen Flächenkriterien aufgeführt.

Tabelle 4-1: Potenziale und Auswahl der wichtigsten berücksichtigten Kriterien

POTENZIAL	WICHTIGSTE KRITERIEN (AUSWAHL)
ELEKTRISCHE POTENZIALE	
WINDKRAFT	Abstand zu Siedlungsflächen sowie Waldgebieten, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV FREIFLÄCHEN	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte
PV DACHFLÄCHEN	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
THERMISCHE POTENZIALE	
ABWÄRME AUS KLÄRWERKEN	Klärwerk-Standorte, Anzahl angeschlossener Haushalte, techno-ökonomische Anlagenparameter
INDUSTRIELLE ABWÄRME	Wärmemengen, Temperaturniveau, zeitliche Verfügbarkeit
BIOMASSE	Landnutzung, Naturschutz, Hektarerträge von Energiepflanzen, Heizwerte, techno-ökonomische Anlagenparameter
SOLARTHERMIE FREIFLÄCHEN	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Flächengüte, Nähe zu Wärmeverbrauchern
SOLARTHERMIE DACHFLÄCHEN	Dachflächen, Mindestgrößen, Gebäudetyp, techno-ökonomische Anlagenparameter
OBERFLÄCHENNAHE GEOTHERMIE	Siedlungsflächen, Flächeneignung, Infrastruktur, Naturschutz, Wasserschutzgebiete, Nähe zu Wärmeverbrauchern
TIEFENGEOTHERMIE	Gesteinsschichten, Lage der Schichten, Erwartbare Temperatur, Entfernung zu bewohnten Gebieten
LUFTWÄRMEPUMPE	Grundstücks- und Gebäudeflächen, Gebäudealter, techno-ökonomische Anlagenparameter, lärmschutzbedingte Abstände zu Nachbargebäuden
GROßWÄRMEPUMPEN FLÜSSE UND SEEN	Landnutzung, Naturschutz, Temperatur- und Abflussdaten der Gewässer, Nähe zu Wärmeverbrauchern, techno-ökonomische Anlagenparameter

Diese Kriterien entsprechen den geltenden bundes- und landesrechtlichen Vorgaben. Die auf dieser Basis durchgeführte Analyse ersetzt jedoch nicht die stadt- oder raumplanerischen Abwägungen, die im Rahmen kommunaler Entscheidungsprozesse erforderlich sind – insbesondere bei konkurrierenden Flächennutzungen.
Natur- und umweltschutzfachliche Gebietsbeschränkungen, die in die Ermittlung der Potenzialflächen eingeflossen sind, sind in der Abbildung 4-3 dargestellt.

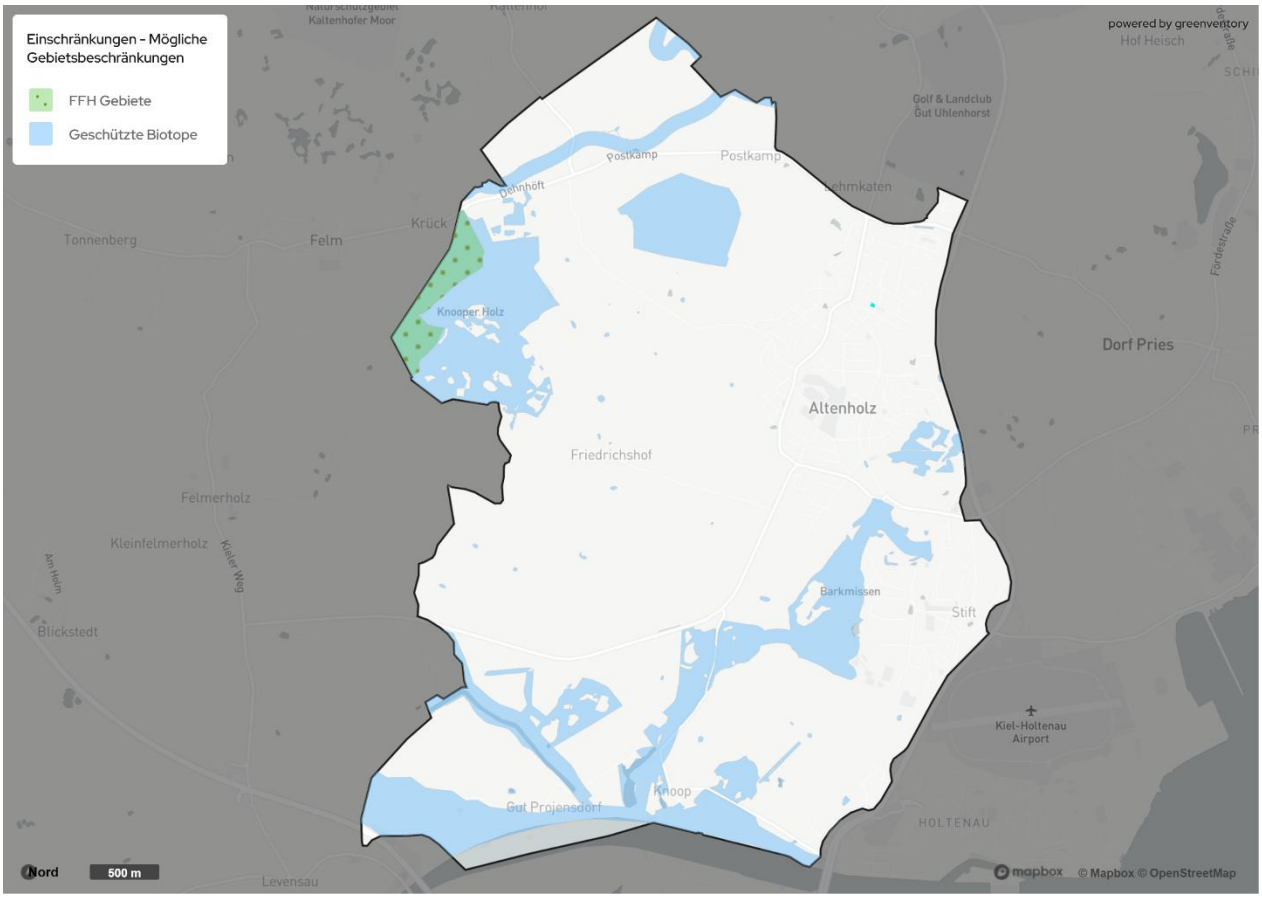

Abbildung 4-3: Natur- und umweltfachliche Gebietsbeschränkungen

Ziel der Potenzialanalyse im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist es, aufzuzeigen, welche Möglichkeiten zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen bestehen – und in welchem Maß sich der Wärmebedarf der Kommune bilanziell durch lokale Quellen decken ließe. Darüber hinaus können Flächen identifiziert werden, die in unmittelbarer Nähe zu bestehenden oder geplanten Wärmenetzen liegen und sich besonders gut für eine zukünftige Versorgung dieser Netze eignen. Bei der späteren konkreten Entwicklung solcher Flächen spielen neben der technischen Umsetzbarkeit auch wirtschaftliche und gesellschaftliche Aspekte eine entscheidende Rolle. Es ist wichtig zu betonen, dass die kommunale Wärmeplanung (KWP) keine umfassende Potenzialstudie darstellt. Welche Potenziale tatsächlich realisierbar sind, wird erst in den folgenden kommunalen Planungs- und Entscheidungsprozessen ermittelt.

4.3 POTENZIALE ZUR STROMERZEUGUNG

Die Potenzialanalyse im Projektgebiet zeigt verschiedene Möglichkeiten auf, wie vor Ort erneuerbarer Strom erzeugt werden kann (siehe Abbildung 4-4). Diesen Potenzialen wird der Strombedarf gegenübergestellt, der notwendig wäre, um den gesamten kommunalen Wärmebedarf durch den Einsatz von Wärmepumpen zu decken.

Für diese Abschätzung wird von einer durchschnittlichen Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen von 3,15 ausgegangen. Das bedeutet: Eine Wärmepumpe liefert im Jahresmittel das 3,15-Fache der eingesetzten Strommenge als nutzbare Wärme.

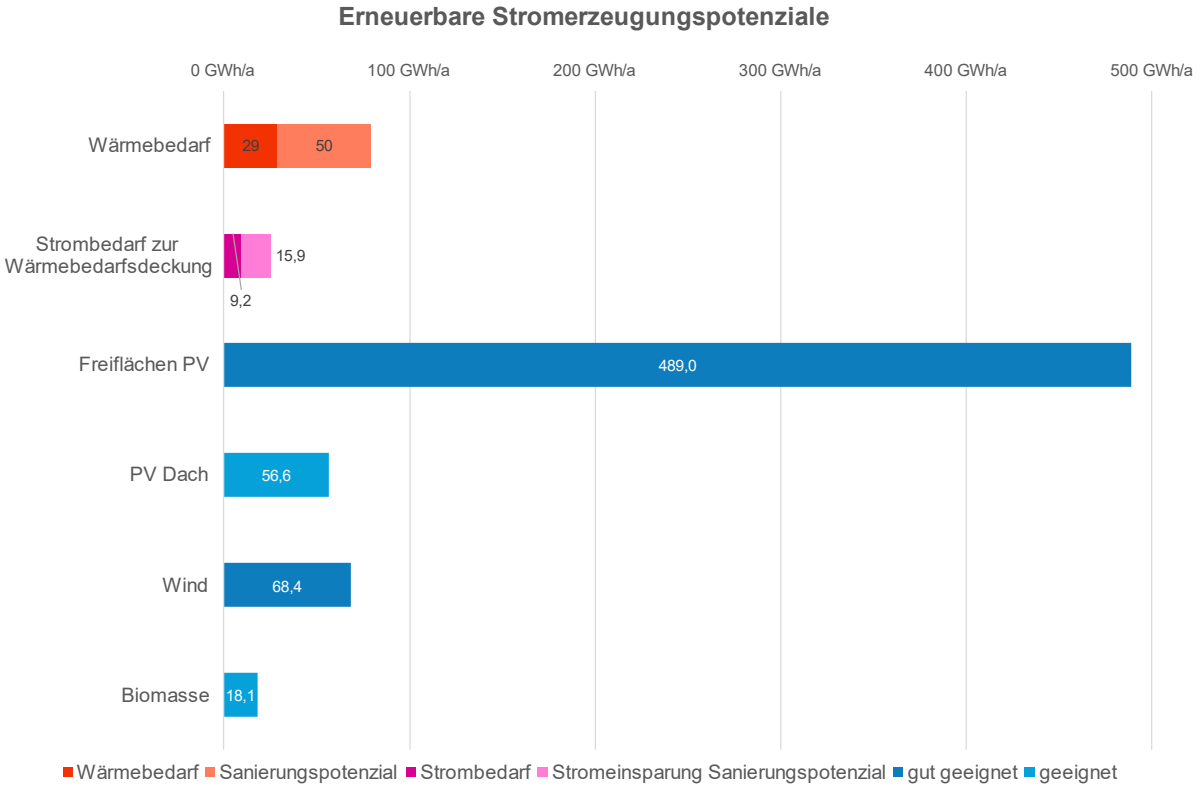

Abbildung 4-4: Erneuerbare Strompotenziale im Projektgebiet

BIOMASSE

Biomasse kann sowohl zur Wärmeerzeugung als auch zur Stromproduktion genutzt werden – entweder durch direkte Verbrennung oder durch Vergärung zu Biogas und anschließende Verbrennung. Für die Bewertung des Biomassepotenzials im Untersuchungsgebiet werden nur solche Flächen berücksichtigt, die außerhalb von Naturschutzgebieten liegen. Betrachtet werden Energiepflanzen und Grünschnitt aus landwirtschaftlich genutzten Flächen, Restholz aus Wäldern sowie organische Abfälle aus Städten und Gemeinden (z. B. Bioabfall aus Haushalten).

Die Berechnung der verfügbaren Potenziale basiert auf durchschnittlichen Erträgen je Hektar sowie auf der Einwohnerzahl für städtische Biomasse. Zusätzlich fließen wirtschaftliche Faktoren in die Bewertung ein – etwa die Effizienz der Nutzung von Energiepflanzen wie Mais oder die eingeschränkte Verwertbarkeit von Gras und Stroh.

Die Analyse zeigt: Die im Untersuchungsgebiet vorhandene Biomasse könnte lediglich einen geringen Beitrag zur Deckung des Strombedarfs durch Wärmepumpen leisten. In Abbildung 4-5 sind die Flächen im Gemeindegebiet, die für eine energetische Nutzung von Biomasse in Frage kommen dargestellt.

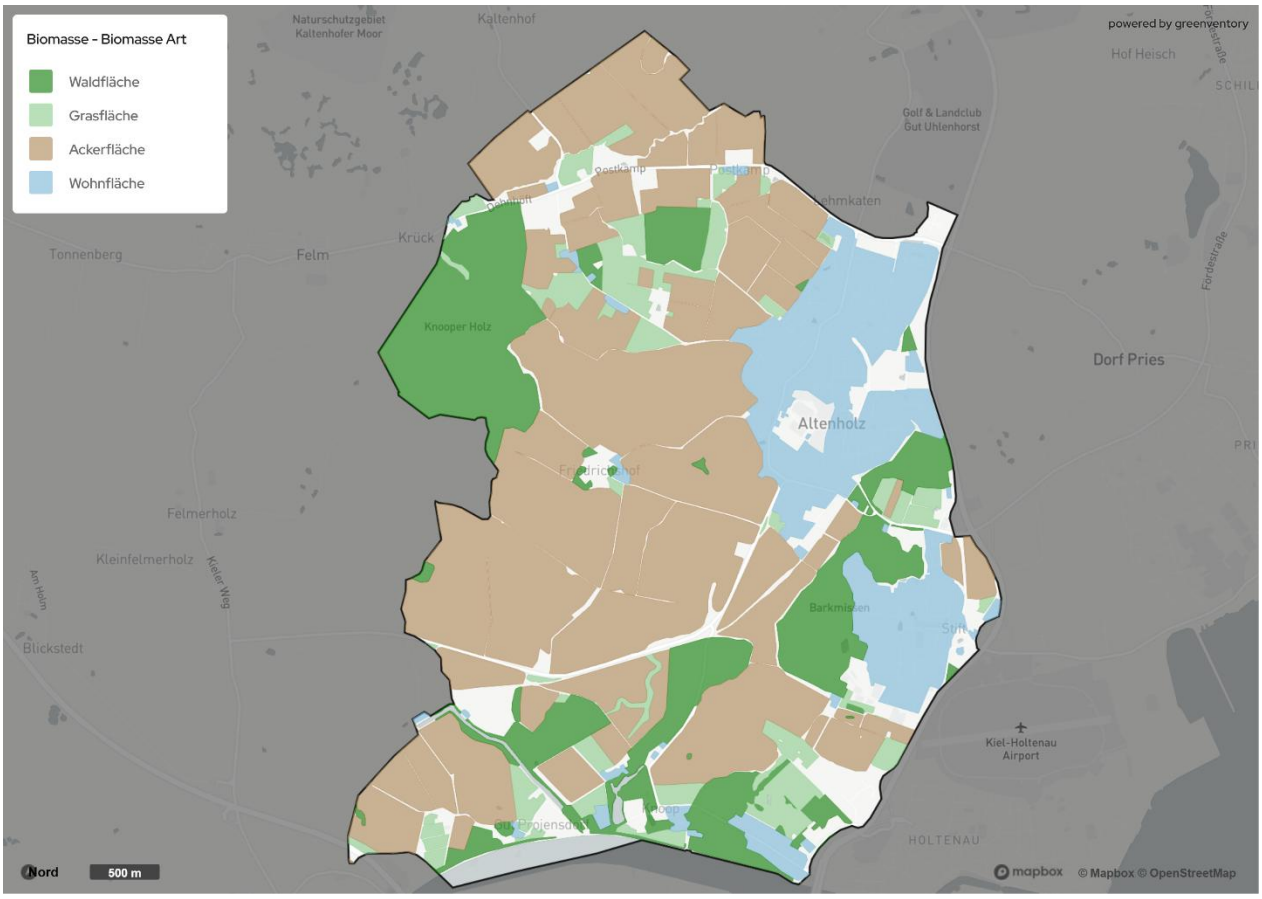

Abbildung 4-5: Art der verfügbaren Biomasse im Untersuchungsgebiet

WINDKRAFT

Windkraftanlagen nutzen die Kraft des Windes zur Stromerzeugung und spielen eine zentrale Rolle in der Energiewende – insbesondere als sonnenscheinunabhängige Ergänzung zu Solarstrom. Sie liefern auch in den sonnenärmeren Wintermonaten größere Energiemengen und sind daher besonders interessant zur Versorgung von Anlagen, in denen Strom zur Wärmeerzeugung genutzt wird.

Im Rahmen der Potenzialanalyse werden geeignete Flächen unter Berücksichtigung technischer und ökologischer Ausschlusskriterien sowie gesetzlich vorgeschriebene Mindestabstände zu Siedlungen und Schutzgebieten ermittelt. Als „gut geeignet“ gelten jene Gebiete, in denen Windenergieanlagen voraussichtlich mindestens 1.900 Volllaststunden pro Jahr erreichen – ein Maß für eine wirtschaftlich sinnvolle Nutzung. In Altenholz wurde eine Sonderbaufläche für Windenergie im Flächennutzungsplan festgeschrieben. Diese Fläche wurde in der Potenzialermittlung berücksichtigt und ist in der Abbildung 4-6 dargestellt.

Für die Potenzialberechnung werden die lokalen Windverhältnisse ausgewertet und mit dem Ertrag spezifischer Anlagentypen verknüpft. Auf dieser Basis wird abgeschätzt, wie viel Strom an einem Standort realistisch erzeugt werden kann.

Windkraft könnte im Untersuchungsgebiet einen signifikanten Beitrag zur Deckung des Strombedarfs durch Wärmepumpen leisten. Mit dem in Planung befindlichen Windpark Altenholz/Felm ist die Gemeinde bereits auf einem guten Weg, um dieses Potenzial zu erschließen.

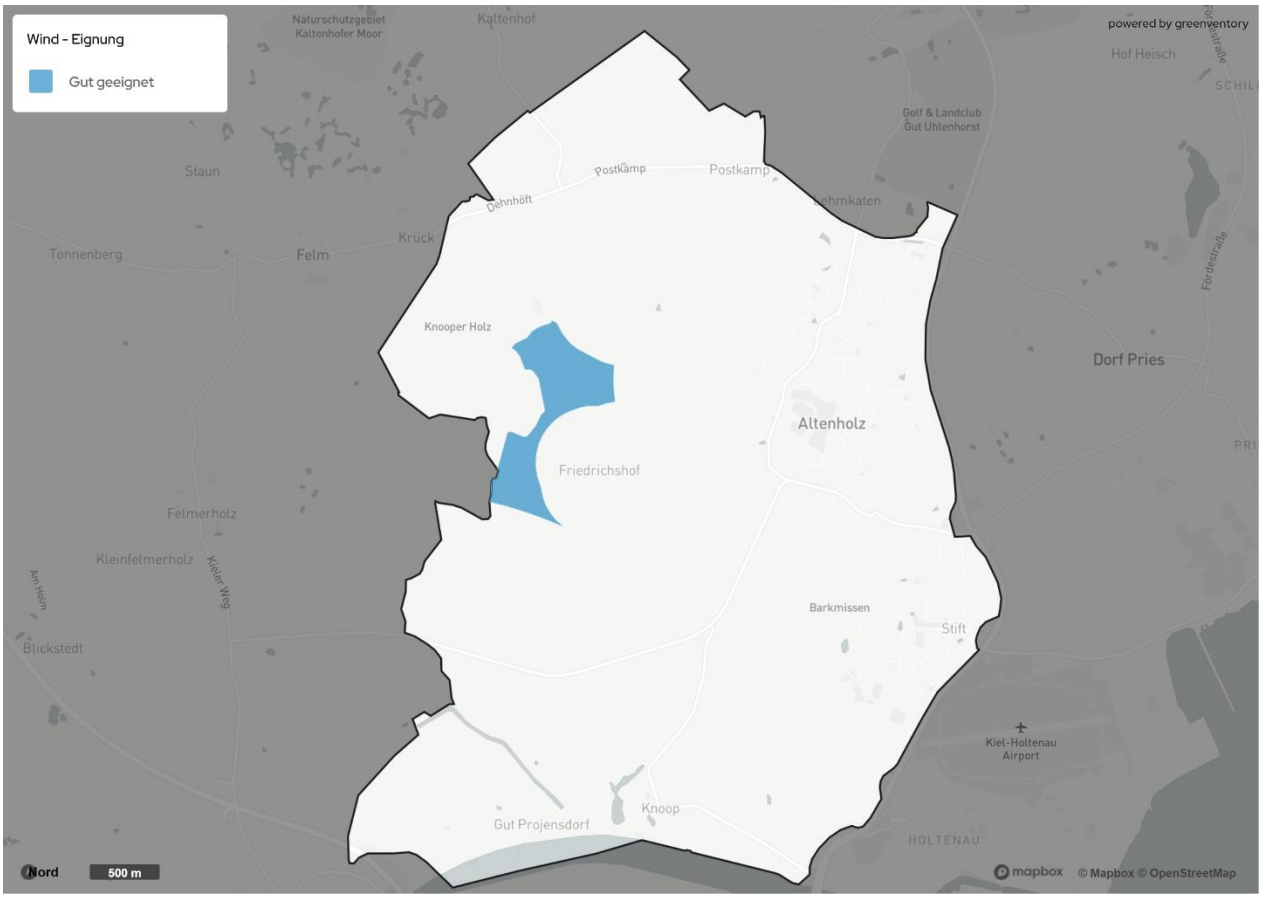

Abbildung 4-6: Eignungsgebiet für Windenergienutzung

PHOTOVOLTAIK

Photovoltaik stellt im Gebiet der Kommune das größte erneuerbare Stromerzeugungspotenzial dar. Dabei wird zwischen zwei Anwendungsformen unterschieden: Photovoltaik auf Dachflächen und Freiflächen-Photovoltaik.

Für die Analyse des Freiflächenpotenzials wurden zunächst alle Flächen einbezogen, die keinen harten Restriktionen (z. B. Naturschutzgebiete, Überschwemmungsflächen, extreme Hanglagen oder gesetzlich festgelegte Abstandsflächen) unterliegen und gleichzeitig die technischen Anforderungen an Bau und Betrieb von PV-Anlagen erfüllen.

Für jede geeignete Fläche wurde mit Hilfe eines digitalen Geländemodells ermittelt, wie die Solarmodule optimal platziert werden können. Dabei wurden Verschattungen, Sonneneinstrahlung, die Geländeneigung sowie ein Mindestwert an Volllaststunden berücksichtigt. So ergibt sich eine realistische Schätzung des jährlich erzielbaren Energieertrags pro Fläche.

Ein großer Vorteil der PV-Freiflächen liegt in der Flexibilität der Standortwahl: Für den Betrieb von großen Wärmepumpenanlagen ist es nicht notwendig, dass sich Stromerzeugung und -nutzung unmittelbar beieinander befinden – was die Integration erneuerbarer Energien in die kommunale Wärmeversorgung deutlich erleichtert. Soll der Strom jedoch ohne Durchleitung durch das öffentliche Stromnetz unter Einsparung der Netzentgelte genutzt werden, wird diese Flexibilität eingeschränkt. Investitionen in eine Direktleitung fallen höher aus, je weiter Stromerzeugung und Stromnutzung auseinander liegen.

Die Nutzung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen geht im Vergleich zu anderen untersuchten Potenzialen der Stromerzeugung mit einem erhöhten Risiko von Flächenkonflikten einher, insbesondere im Hinblick auf konkurrierende Nutzungsansprüche wie die landwirtschaftliche Produktion. Daher ist eine sorgfältige Abwägung zwischen den unterschiedlichen Nutzungsinteressen erforderlich. Die Auswahl geeigneter Standorte sollte unter Berücksichtigung raumordnerischer, ökologischer und landwirtschaftlicher Kriterien mit besonderer Sorgfalt erfolgen. Im Gemeindegebiet Altenholz befindet sich derzeit ein Solarpark in der Planungsphase. Das Vorhaben erstreckt sich beidseitig entlang der Kreisstraße K19 nördlich des Gut Projensdorf und umfasst eine Fläche von rund 50 Hektar. Mit der Realisierung dieser Anlage ist ein bedeutender Beitrag zur lokalen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien vorgesehen. In der Abbildung 4-7 sind die geeigneten Flächen des ermittelten PV-Freiflächenpotenzials, sowie die von der Gemeinde festgelegte Eignungsfläche aus dem PV-Standortkonzept dargestellt.

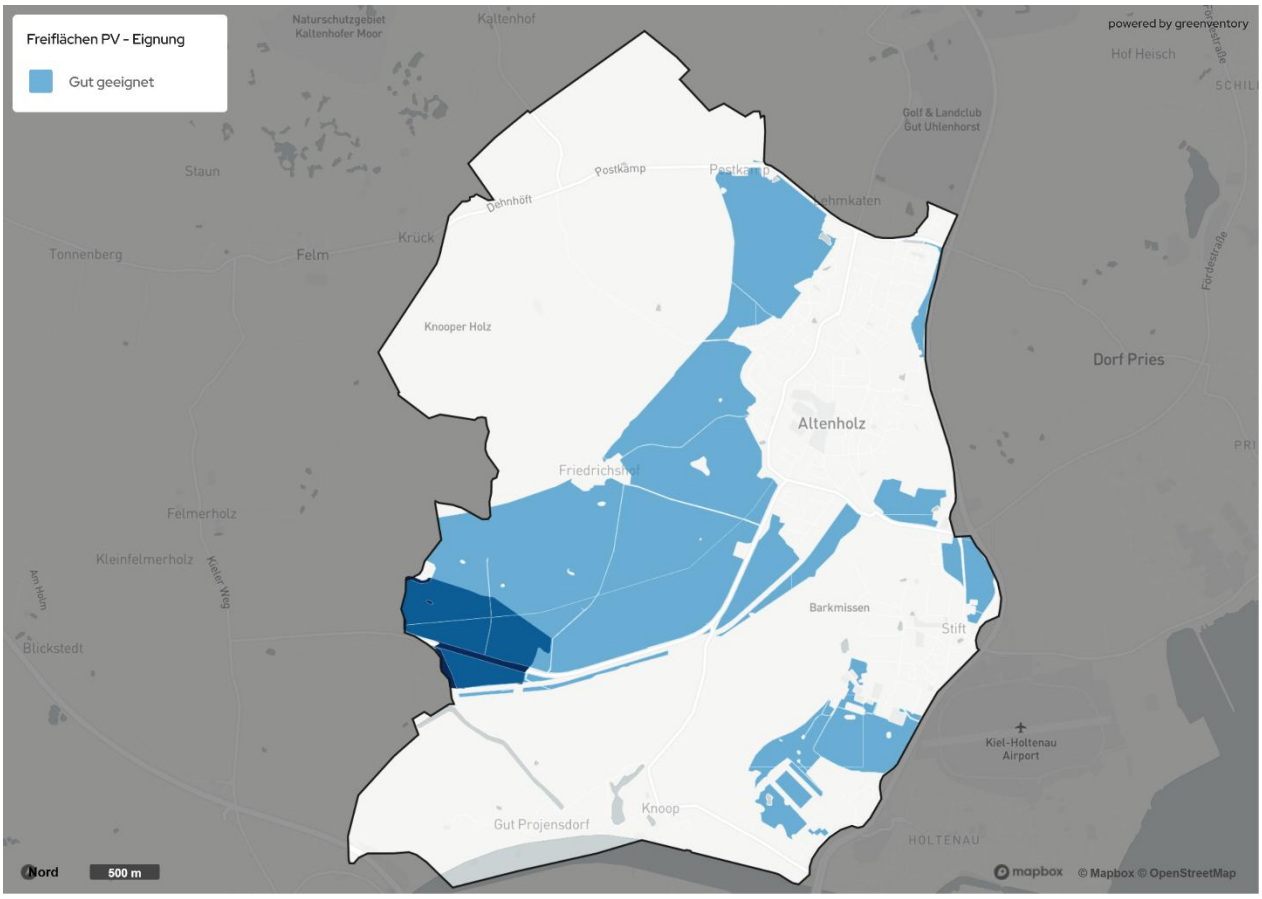

Abbildung 4-7: PV-Freiflächenpotenzial und Eignungsgebiet aus dem PV-Standortkonzept der Gemeinde (dunkelblau)

Auch das Potenzial für Photovoltaikanlagen auf Dachflächen kann einen großen Beitrag zur Deckung des zusätzlichen Wärmebedarfs durch die Wärmebereitstellung leisten. Dachflächen-PV bietet den Vorteil, dass das Potenzial ohne zusätzlichen Flächenbedarf oder Flächenkonflikte ausgeschöpft werden kann.

Für die Analyse wurde auf Grundlage der Empfehlungen der KEA-BW (2024) angenommen, dass rund 50 % der Dachflächen von Gebäuden mit mehr als 50 m² für Photovoltaik nutzbar sind. Die Berechnung der jährlichen Stromerzeugung basiert auf einem standardisierten Ertrag von 160 kWh pro Quadratmeter und Jahr.

Im Vergleich zu Freiflächenanlagen sind die Investitionskosten pro erzeugte Kilowattstunde bei Dachanlagen in der Regel etwas höher, unter anderem durch individuelle bauliche Voraussetzungen und aufwendigere Installationen. Besonders interessant wird die Dachflächen-PV in Kombination mit Wärmepumpen, zur Deckung des Strombedarfs der Warmwasserbereitung im Sommer und der Beheizung in den Übergangszeiten. Die Abbildung 4-8 verschafft einen Überblick über die potenziellen Stromerträge durch Aufdach-PV in der Gemeinde.

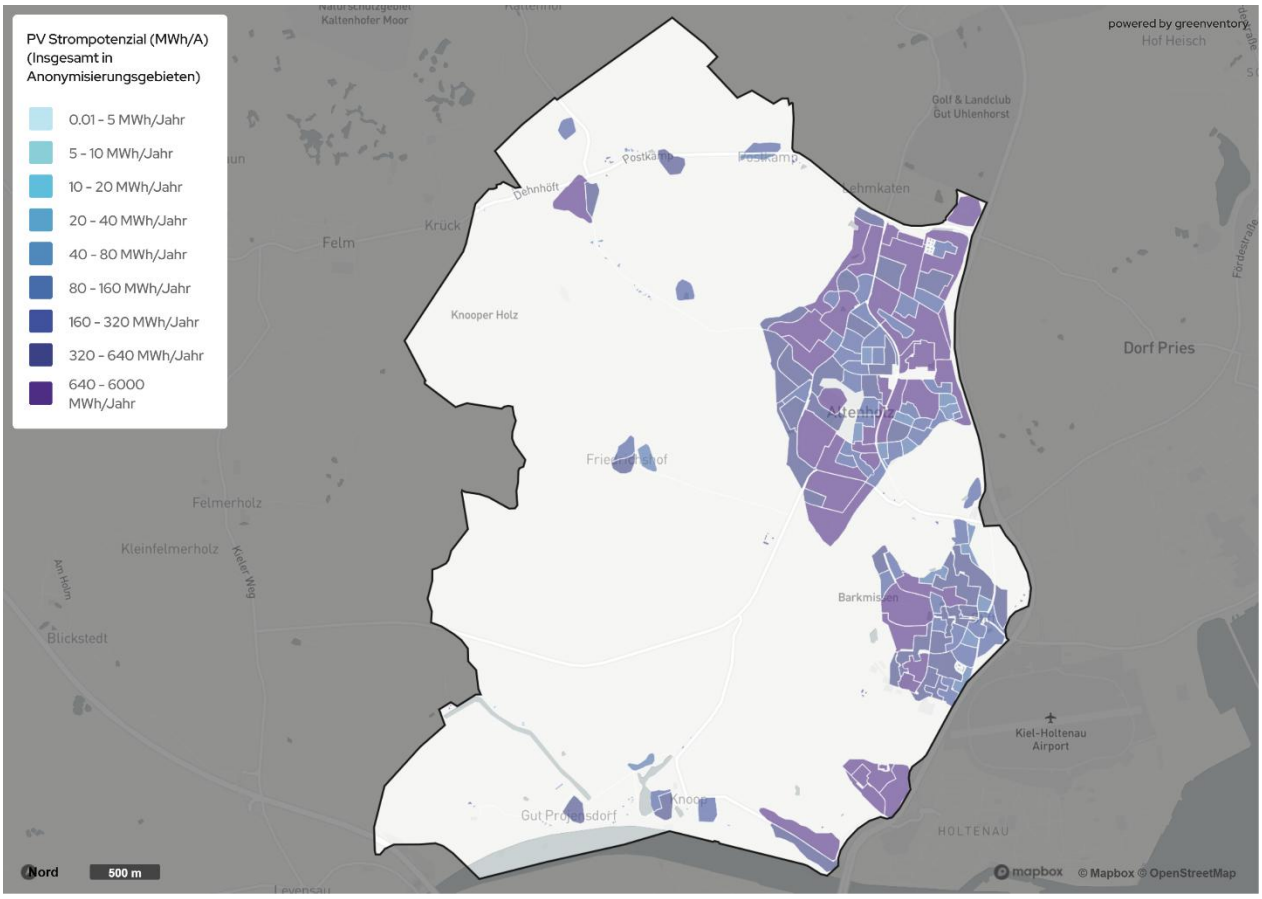

Abbildung 4-8: Potenzial für PV-Strom auf Dachflächen nach Baublock

Die Potenzialanalyse zeigt, dass sich im Untersuchungsgebiet vielfältige Möglichkeiten zur erneuerbaren Stromerzeugung bieten. Jede dieser Optionen bringt jedoch ihre eigenen Herausforderungen und Kostenstrukturen mit sich.

Vor der Projektierung und Umsetzung konkreter Vorhaben sollten daher neben der technischen Machbarkeit auch die ökonomischen Rahmenbedingungen und die soziale Akzeptanz sorgfältig abgewogen werden. Wo immer möglich, sollte die Nutzung vorhandener Dachflächen und anderweitig versiegelter Fläche der Errichtung von Anlagen auf Freiflächen vorgezogen werden, um Flächenkonflikte zu vermeiden.

4.4 POTENZIALE ZUR WÄRMEERZEUGUNG

Die Analyse der thermischen Potenziale zeigt eine Vielzahl an Möglichkeiten für die lokale Wärmeversorgung (siehe Abbildung 4-9). Diesen Potenzialen wird der Gesamtwärmebedarf aller Gebäude in der Kommune gegenübergestellt.

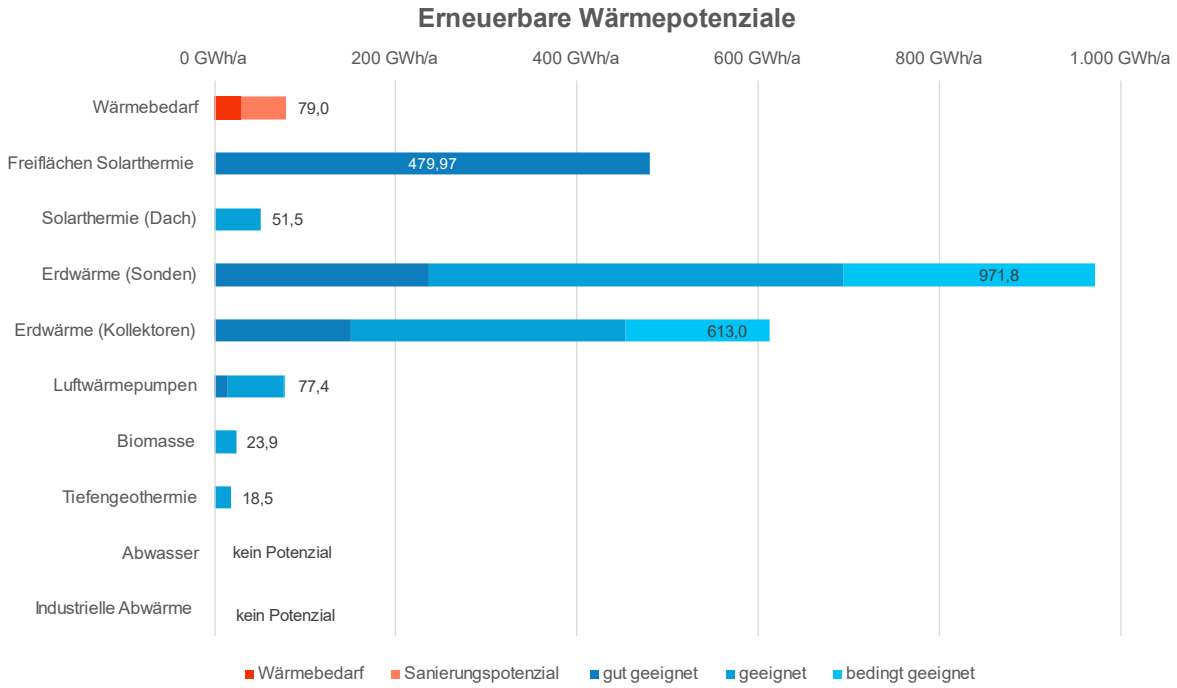

Abbildung 4-9: Erneuerbare Wärmepotenziale im Projektgebiet

SOLARTHERMIE

Solarthermie bietet ein relevantes Potenzial für die lokale Wärmeversorgung. Dabei wird Sonnenstrahlung mithilfe von Kollektoren in Wärme umgewandelt, die anschließend zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung genutzt werden kann.

Für die Nutzung auf Freiflächen werden nur solche Gebiete berücksichtigt, die technisch geeignet sind und keinen Ausschlusskriterien unterliegen – etwa außerhalb von Naturschutzgebieten, Wäldern oder bebauten Flächen. Kleine Flächen unter 500 m² sowie Gebiete, die mehr als 1.000 m von bestehenden Siedlungen entfernt liegen, werden aus wirtschaftlichen Gründen ausgeschlossen. Die potenziell geeigneten Flächen ähneln jenen, die auch für Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Frage kommen. Zur Berechnung des möglichen Energieertrags werden Einstrahlungswerte, Verschattung und ein technischer Reduktionsfaktor für den realistischen Jahresertrag einbezogen. Die ermittelten Eignungsgebiete sind in Abbildung 4-10 dargestellt.

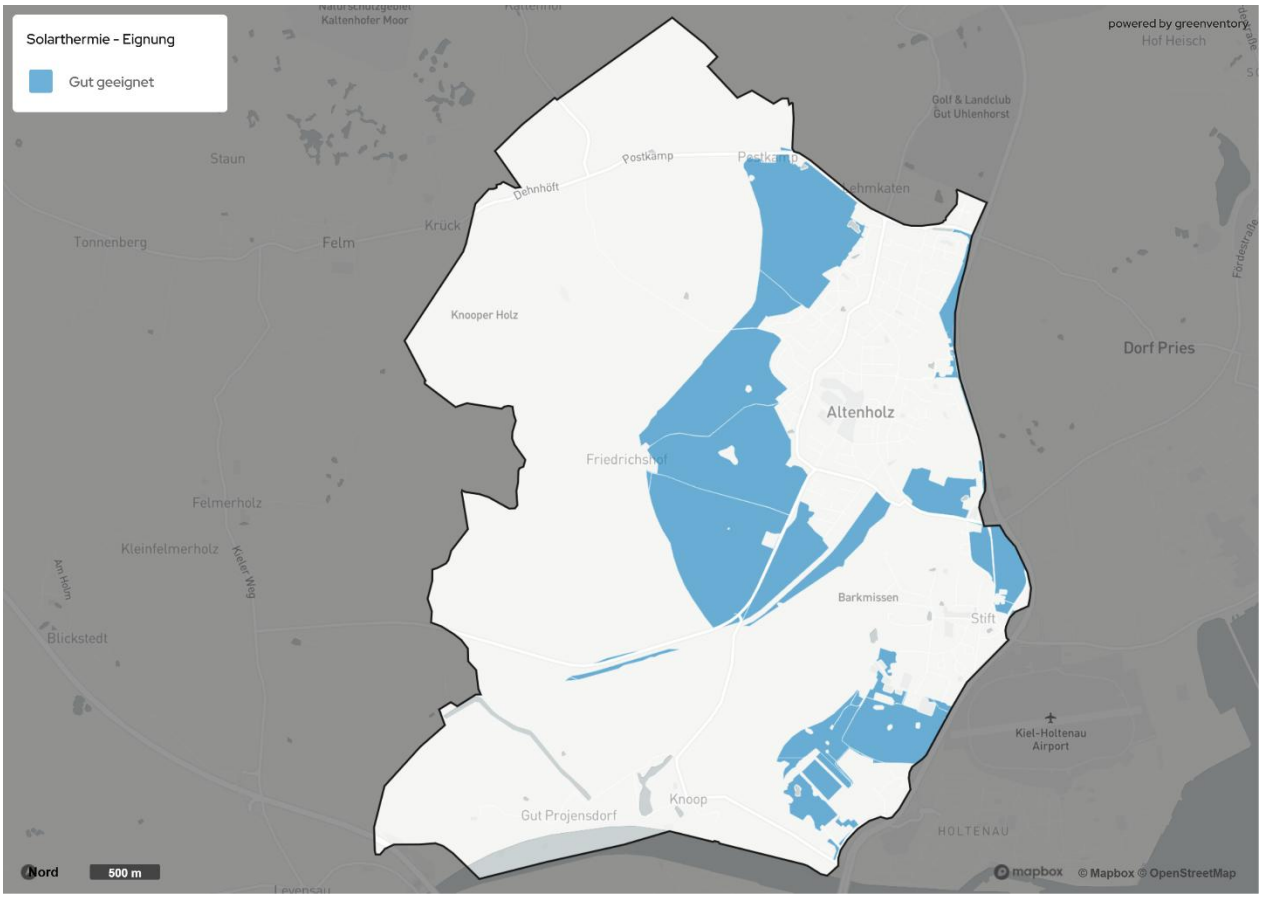

Abbildung 4-10: Eignungsgebiete für Freiflächen Solarthermie

Für die konkrete Planung sind jedoch weitere Aspekte entscheidend: Anbindungsmöglichkeiten an Wärmenetze sowie Flächen für (saisonale) Wärmespeicher, die die Wärme über Tage bis hin zu mehreren Monaten puffern können.

Zu beachten ist außerdem die Flächenkonkurrenz zwischen Freiflächen-Solarthermie und Freiflächen-Photovoltaik, da beide Technologien häufig ähnliche Standortanforderungen stellen.

Auch auf Dachflächen kann Solarthermie eingesetzt werden – vor allem zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung. Zur Ermittlung des Potenzials, werden zunächst alle Gebäude mit mindestens 50 m² Dachfläche als geeignet eingestuft, von denen jeweils ein Viertel der Dachfläche für Solarthermie in die Potenzialermittlung einbezogen wird. Die Solarthermie konkurriert direkt mit Photovoltaik-Anlagen um dieselben Dachflächen, weshalb eine individuelle Abwägung je nach Gebäude und Nutzungskonzept sinnvoll ist. Das Potenzial wird in Abbildung 4-11 räumlich verortet dargestellt.

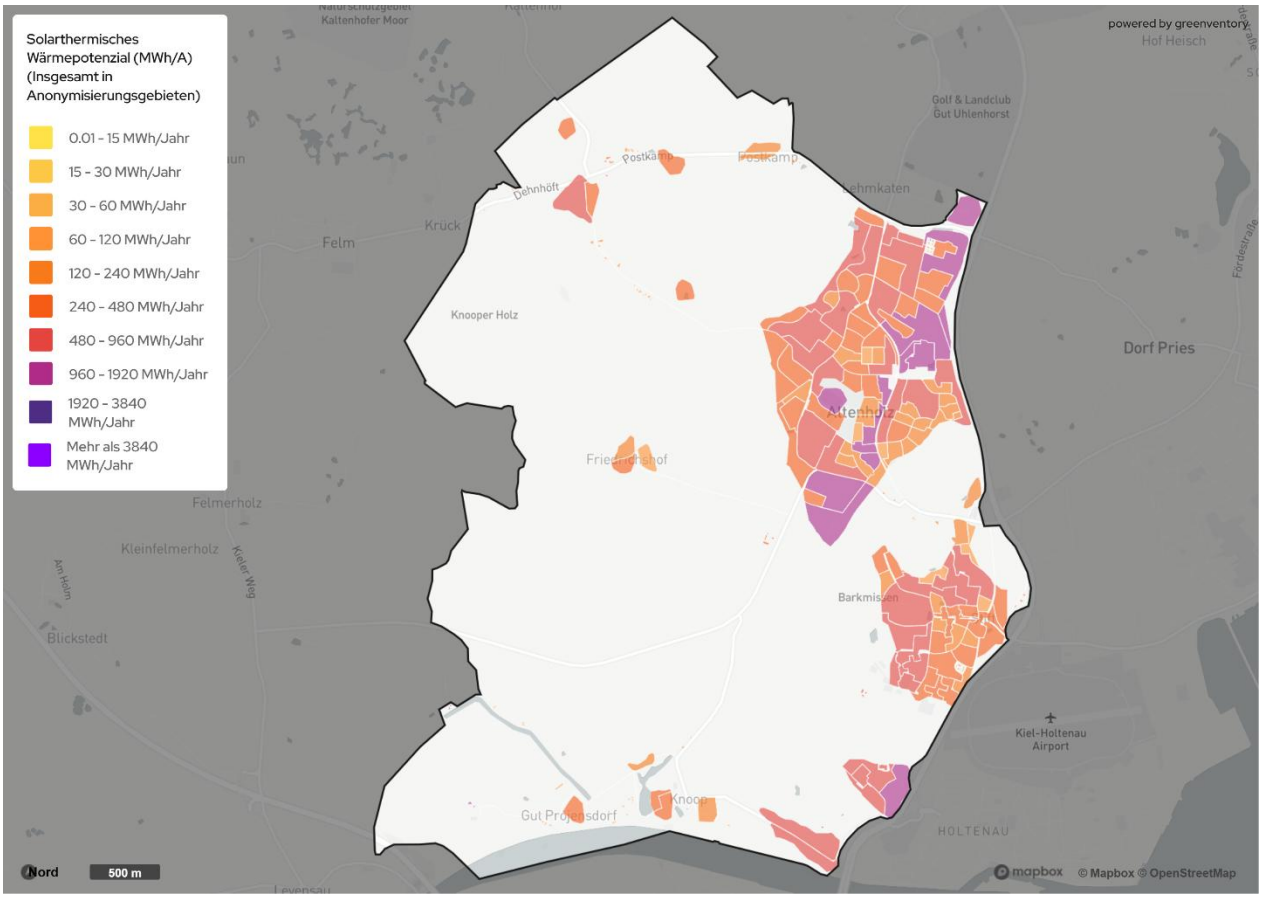

Abbildung 4-11: Potenzial für Solarthermie auf Dachflächen nach Baublock

WÄRMEPUMPEN

Wärmepumpen zählen heute zu den etablierten Schlüsseltechnologien für eine klimafreundliche Wärmeversorgung. Sie nutzen Umweltwärme – etwa aus der Luft, dem Boden oder dem Grundwasser – um Gebäude zu beheizen und Warmwasser bereitzustellen. Dabei arbeiten sie nach dem Prinzip eines umgekehrten Kühlschranks: Ein Kältemittel nimmt Wärme bei niedriger Temperatur auf, wird durch Verdichtung erhitzt und gibt die Wärme anschließend an das Heizsystem ab.

LUFT-WÄRMEPUMPEN

Luftwärmepumpen sind besonders flexibel einsetzbar und benötigen keine aufwendige Erschließung einer Wärmequelle (Boden, Wasser, Abwärme, etc.). Sie eignen sich gut für den Einsatz bei Ein- und Zweifamilienhäusern sowie kleineren bis mittleren Mehrfamilienhäusern.

Auch für den Betrieb in Wärmenetzen – z. B. mit zentralen Anlagen im Bereich von ein bis vier Megawatt – sind Luftwärmepumpen geeignet. Ein großer Vorteil ist, dass sie unabhängig von Grundstücksgrößen eingesetzt werden können. Einschränkungen ergeben sich jedoch durch Lärmschutzregelungen, die insbesondere in dicht besiedelten Gebieten berücksichtigt werden müssen.

Da Luftwärmepumpen theoretisch unbegrenzt Umweltwärme nutzen können, orientiert sich ihre Potenzialabschätzung direkt am Wärmebedarf der Gebäude. In der Praxis decken Luftwärmepumpen meist den Eigenbedarf einzelner Gebäude und werden als dezentrale Heizanlagen betrieben. Abbildung 4-12 stellt die potenziellen Aufstellflächen für Luftwärmepumen im Gemeindegebiet dar.

Abbildung 4-12: Eignungsflächen für die Aufstellung von Luftwärmepumpen

ERDWÄRMEKOLLEKTOREN

Erdwärmekollektoren nutzen die konstante Temperatur wenige Meter unter der Erdoberfläche. Ein horizontal verlegtes Rohrsystem nimmt die Wärme auf und leitet sie an die Wärmepumpe weiter. Die Kollektoren benötigen allerdings größere freie Grundstücksflächen, die nicht versiegelt oder bebaut sein dürfen.

Die Eignung eines Standorts hängt stark von der Bodenzusammensetzung ab. Zudem können Trinkwasserschutzgebiete die Genehmigungsfähigkeit einschränken. In manchen Regionen können geologische Risiken, wie etwa Erdfallzonen, bestimmte Flächen grundsätzlich von der Nutzung ausschließen. In der Abbildung 4-13 werden die ermittelten Eignungsgebiete für Erdwärmekollektoren im Untersuchungsgebiet dargestellt.

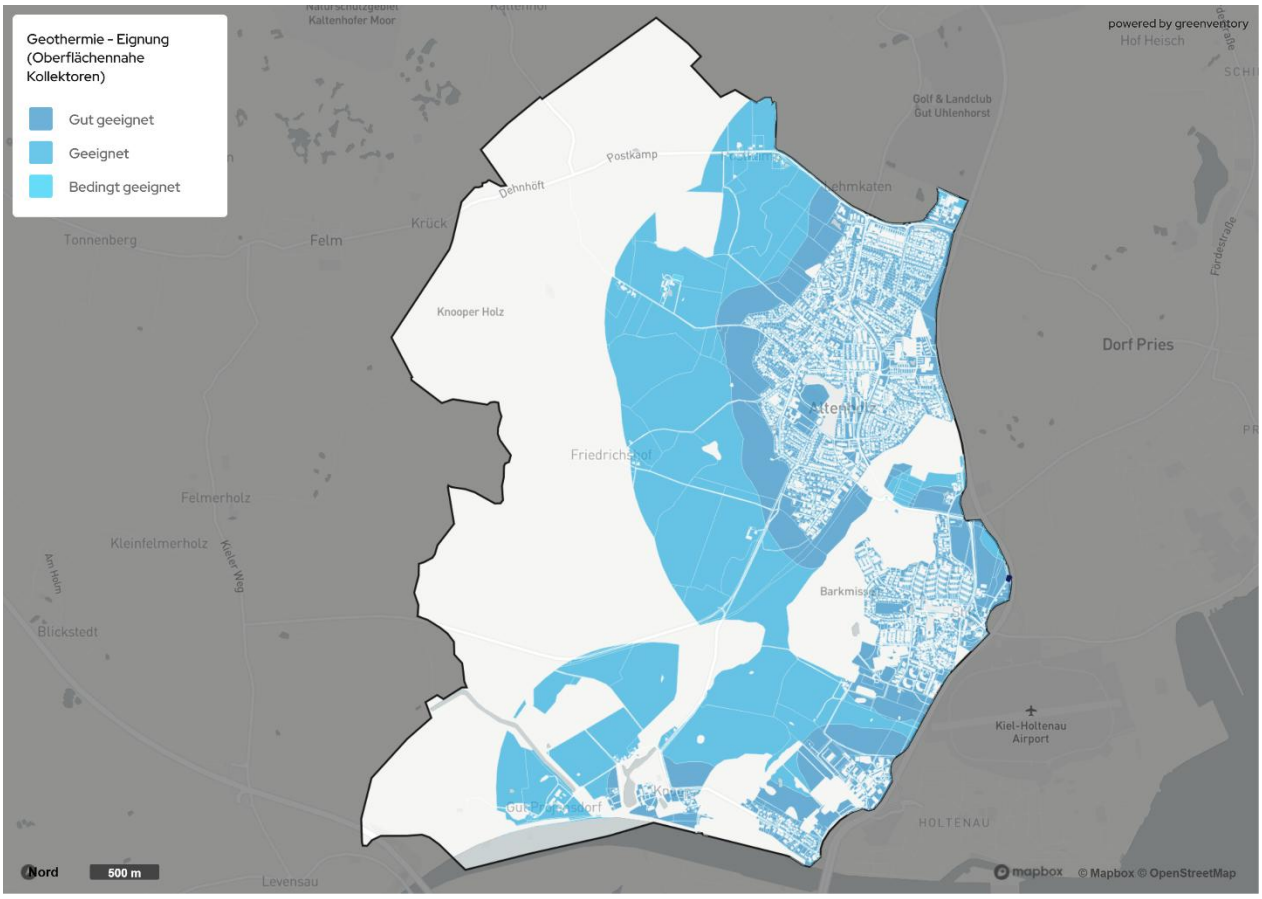

Abbildung 4-13: Eignungsgebiete für Erdwärme-Kollektoren

ERDWÄRMESONDEN

Ein weiteres Einsatzfeld für Wärmepumpen ist die Nutzung von Erdwärmesonden, die bis zu 100 Meter tief in den Boden reichen. Diese Technologie kann in Wohn- und Gewerbegebieten eingesetzt werden, sofern die geologischen Voraussetzungen stimmen.

Bei der Potenzialermittlung werden unter anderem die Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds (je höher, desto besser die Eignung) sowie Kennzahlen für den Energieertrag pro Sondenmeter berücksichtigt. Als Flächen ausgeschlossen werden Gewässer sowie Naturschutzgebiete. Darüber hinaus gilt auch hier: Trinkwasserschutzgebiete und geologische Besonderheiten können die Genehmigung erheblich einschränken oder ausschließen. Die ermittelten Eignungsgebiete für Erdwärmesonden sind in der Abbildung 4-14 dargestellt.

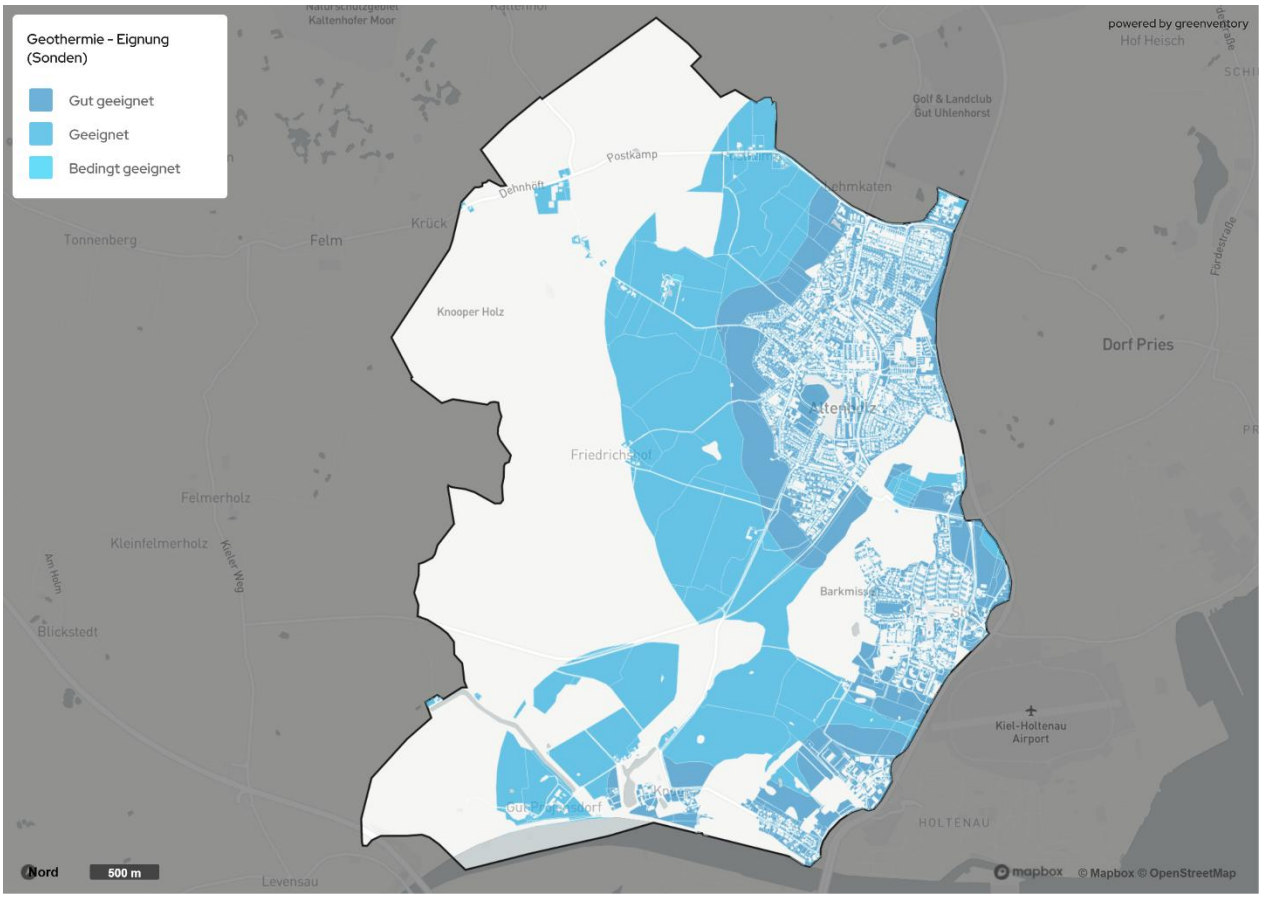

Abbildung 4-14: Eignungsgebiete für Erdwärme-Sonden

Unabhängig von der Wärmequelle ist für den wirtschaftlichen und energetisch sinnvollen Betrieb einer Wärmepumpe entscheidend, dass Temperaturhübe möglichst geringgehalten werden. Das bedeutet: Je niedriger die benötigte Vorlauftemperatur im Gebäude, desto effizienter arbeitet die Wärmepumpe. Daher sind niedertemperaturfähige Heizsysteme wie Fußbodenheizungen oder großflächige Heizkörper besonders geeignet.

TIEFENGEOTHERMIE

Tiefengeothermie nutzt die Erdwärme in Tiefenlagen zwischen 400 und 5.000 Metern zur nachhaltigen Wärmeerzeugung. Voraussetzung für die Errichtung und den Betrieb einer tiefengeothermischen Anlage sind sogenannte hydrothermale Nutzhorizonte im Untergrund. Diese geologischen Schichten müssen über bestimmte physikalische Eigenschaften verfügen, insbesondere eine Porosität von mindestens 20 % damit ausreichend Wasser im Gestein vorhanden sein kann und eine Permeabilität (Durchlässigkeit) von über 500 Millidarcy (mD), damit das Thermalwasser gut fließen kann. Außerdem muss eine Ausreichende Mächtigkeit (Dicke) der Gesteinsformation vorliegen, um einen geeigneten Nutzhorizont erschließen zu können.

In Norddeutschland kommen für diese Anforderungen vor allem tiefliegende Sandsteinformationen infrage – darunter Formationen des Doggers, Räth oder des mittleren Buntsandsteins. Diese dürfen in einer maximalen Tiefe von bis zu 2.500 m liegen, da anderenfalls eine zu starke Verdichtung des Gesteins zu erwarten ist.

Eine Analyse der öffentlich zugänglichen geologischen Daten hat ergeben, dass unter dem Gebiet von Altenholz Formationen des Doggers vorhanden sind. Diese liegen in geeigneter Tiefe

zwischen 1,7 km und 2,5 km und weist ein Temperaturniveau 60 – 75°C auf. Das Potenzial wurde mit Hilfe von Erfahrungswerten aus vergleichbaren Formationen abgeschätzt. Es bezieht sich auf eine Bohrung und kann entsprechend skaliert werden. Da im Gemeindegebiet bisher keine Erkundungsbohrungen zur Erschließung der Tiefengeothermie durchgeführt wurden, sollte das ermittelte Potenzial mit einer gewissen Vorsicht betrachtet werden. Zudem ist zu beachten, dass Tiefengeothermie mit hohen Kosten für Erkundung und Erschließung verbunden ist. Dieser Aufwand ist wirtschaftlich nur dann zu rechtfertigen, wenn große Wärmenetze vorhanden sind, die eine kontinuierliche Abnahme großer Wärmemengen gewährleisten. Ob diese Bedingungen in Altenholz gegeben sind, sollte in nachgelagerten Machbarkeitsstudien untersucht werden. In der Abbildung 4-15 ist ein Auszug aus dem Geothermischen Informationssystem GEOtIS dargestellt. Die Abbildung zeigt die Tiefenlage und das Temperaturniveau der obersten Schicht der Dogger-Formation in der Nähe von Altenholz.

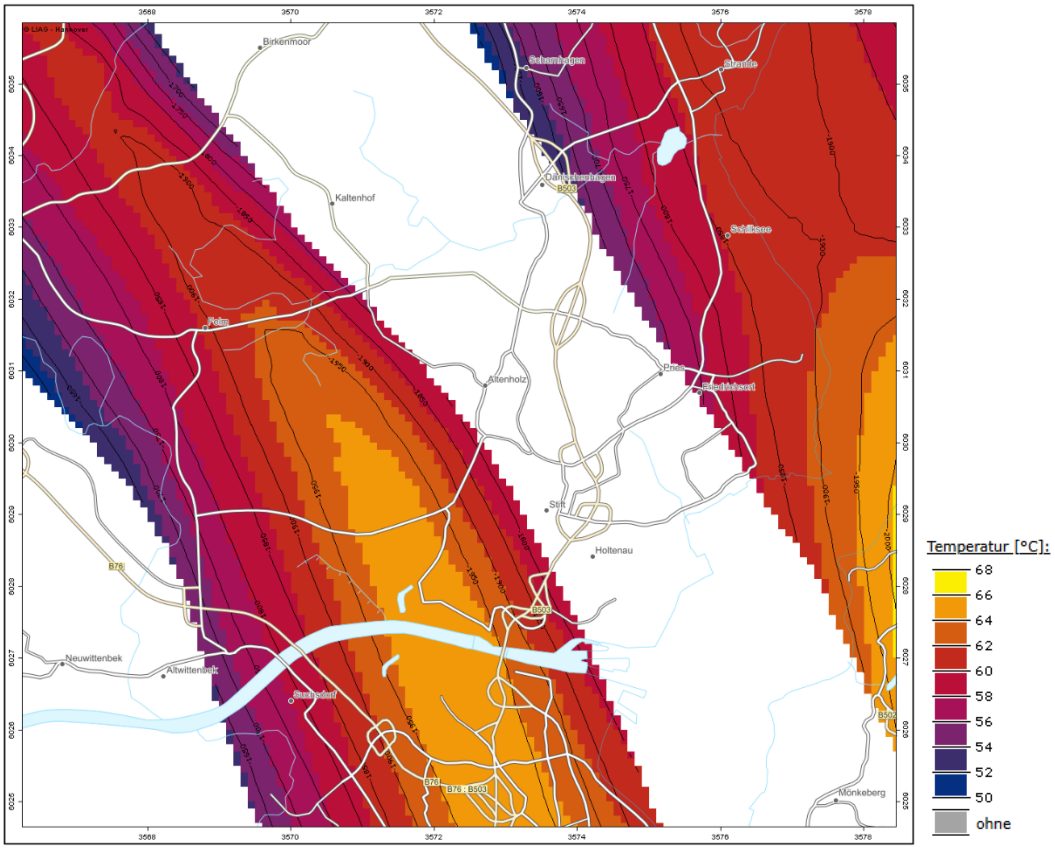

Abbildung 4-15: Oberschicht der Dogger-Formation bei Altenholz - Auszug aus dem Geothermischen Informationssystem (GEOtIS)

BIOMASSE

Biomasse stellt eine technisch gut nutzbare Wärmequelle dar, da sie hohe Temperaturen liefern und in bestehenden Heizsystemen vergleichsweise einfach eingesetzt werden kann. Das verfügbare Potenzial ergibt sich dabei vor allem aus biogenen Abfällen wie Hausmüll und Grünschnitt sowie dem Anbau von Energiepflanzen auf geeigneten Flächen.

Allerdings zeigt sich bei näherer Betrachtung, dass die verfügbare Menge an thermisch nutzbarer Biomasse begrenzt ist. Kompostierbare Pflanzenabfälle werden bereits in der Kompostierungsanlage in Dehnhöft in Humus und Pflanzenerde verarbeitet. Biogasanlagen sind in Altenholz bisher keine vorhanden. Der Hausmüll kann auf dem Gemeindegebiet nicht

energetisch genutzt werden, da die nächste Müllverbrennungsanlage außerhalb der Kommune liegt. Die Eignungsgebiete für den Biomasse-Anbau im Gemeindegebiet entsprechen den Flächen für die Biomassenutzung zur Stromerzeugung und sind in Abbildung 4-5 einzusehen.

ABWÄRME AUS INDUSTRIELLEN UND GEWERBLICHEN PROZESSEN

Zur Einschätzung des Potenzials industrieller Abwärme wurden Industrie- und Gewerbebetriebe im Untersuchungsgebiet ermittelt, die ein Abwärmepotenzial aufweisen. Dazu wurde die Plattform für Abwärme gemäß § 17 Energieeffizienzgesetz des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2025) als Datenquelle herangezogen, sowie Vertreter der Gemeinde Altenholz befragt. Es hat sich herausgestellt, dass in Altenholz kein Potenzial für Abwärme aus industriellen und gewerblichen Prozessen vorliegt.

OBERFLÄCHENGEWÄSSER

Die Gemeinde Altenholz grenzt an den Nord-Ostsee-Kanal. Entlang des Kanals bestehen jedoch umfangreiche naturschutzfachliche Restriktionen, die eine energetische Nutzung – insbesondere im Hinblick auf die Nutzung von Wasserwärme mittels Wärmepumpentechnologie – erheblich einschränken. Darüber hinaus befindet sich der Kanal in mehreren Kilometern Entfernung zu den bestehenden kommunalen Wärmenetzen, wodurch sich die Wirtschaftlichkeit einer solchen Erschließung weiter verringert. Aufgrund dieser Rahmenbedingungen wurde das Potenzial zur Wärmegewinnung aus dem Nord-Ostsee-Kanal im Rahmen der Betrachtung nicht weiterverfolgt.

ABWASSER

Die kommunalen Abwässer der Gemeinde Altenholz werden in der Kläranlage Bülk behandelt, welche außerhalb des Gemeindegebiets liegt. Aufgrund der fehlenden räumlichen Nähe sowie infrastrukturellen Anbindung besteht keine Möglichkeit zur lokalen energetischen Nutzung – etwa in Form von Abwasserwärmenutzung – innerhalb der Gemeindegrenzen. Dieses Potenzial wurde daher im Rahmen der energetischen Bewertung nicht berücksichtigt.

4.5 POTENZIAL FÜR EINE LOKALE WASSERSTOFFERZEUGUNG

Die lokale Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff zur Wärmeerzeugung wird in der vorliegenden Planung nicht weiterverfolgt. Gründe dafür sind die derzeit fehlende Infrastruktur zur Wasserstoffproduktion, die geringe (lokale) Verfügbarkeit von Überschuss-Strom sowie der hohe Energieaufwand für die Herstellung.

Ein Rechtsgutachten der Kanzlei Günther (Juni 2024) weist zudem darauf hin, dass aktuell keine ausreichenden regulatorischen Rahmenbedingungen oder konkreten Finanzierungskonzepte für einen zügigen Aufbau von Wasserstoffnetzen bestehen. Die Gutachter empfehlen, auf eine Einteilung von Gebieten als sogenannte Wasserstoffnetzeignungsgebiete zu verzichten, sofern kein verbindlicher Fahrplan zur Umstellung des Gasnetzes auf Wasserstoff durch den örtlichen Netzbetreiber vorliegt. Die Risiken, die mit einer möglicherweise scheiternden Transformation des Gasnetzes verbunden sind, seien zu hoch, um eine Versorgung mit Wasserstoff als wahrscheinlich in Aussicht zu stellen (vgl. Görlich & Dr. Legler, 2024).

Auch unter strategischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten erscheint die Nutzung von Wasserstoff zur Beheizung von Wohngebäuden derzeit nicht sinnvoll. Der Energieträger wird voraussichtlich auf absehbare Zeit zu teuer und zu wertvoll für andere Anwendungen sein, etwa in der Industrie, zur Stabilisierung des Stromnetzes oder im Schwerlastverkehr.

Perspektivisch – etwa im Rahmen der Fortschreibung des kommunalen Wärmeplans – kann die Wasserstoffnutzung jedoch erneut betrachtet werden. Dies gilt insbesondere, falls sich die politischen, regulatorischen oder wirtschaftlichen Rahmenbedingungen deutlich ändern.

4.6 Potenziale für energetische Sanierungen

Die energetische Sanierung des Gebäudebestands ist ein zentraler Hebel zur Reduzierung des Wärmebedarfs und damit zur Erreichung kommunaler Klimaziele.

Die Untersuchung zeigt: Würde der gesamte Gebäudebestand auf einen hohen energetischen Standard – den Effizienzhausstandard 55 – saniert, könnten knapp zwei Drittel des heutigen Gesamtwärmebedarfs im Untersuchungsgebiet eingespart werden. Zur Ermittlung dieses Potenzials wird für jedes Gebäude anhand der beheizten Fläche und typischer Verbrauchswerte im sanierten Zustand der zu erwartende Wärmebedarf berechnet. Die Differenz zum aktuellen Wärmebedarf ergibt das theoretische Sanierungspotenzial.

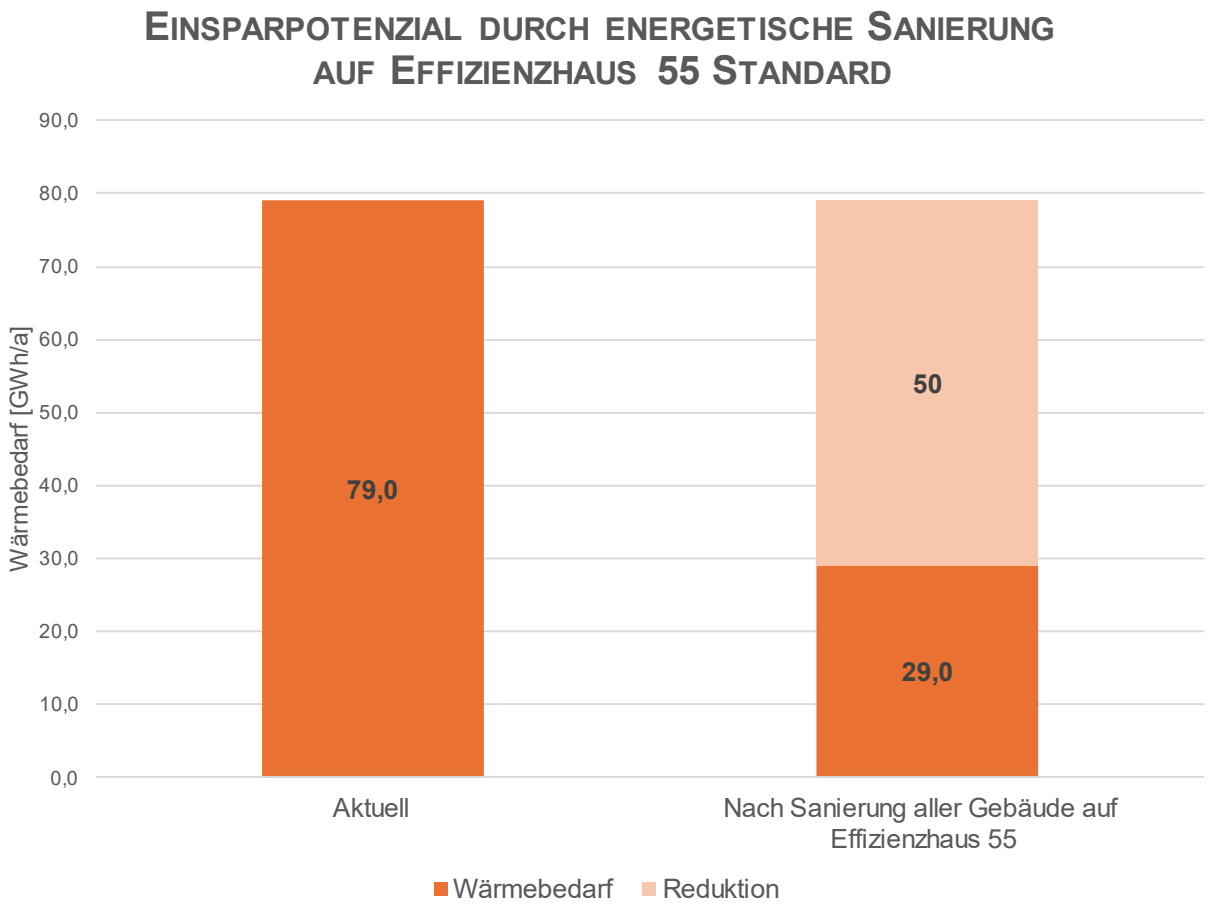

Abbildung 4-16: Theoretisches Einsparpotenzial bei Sanierung aller Gebäude auf Effizienzhaus 55 Standard

Insbesondere Gebäude, die vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnungen (vor 1978) errichtet wurden, machen einen bedeutenden Teil des Sanierungspotenzials aus – sowohl durch ihre Anzahl als auch bedingt durch ihren energetischen Zustand (s. Abbildung 4-17).

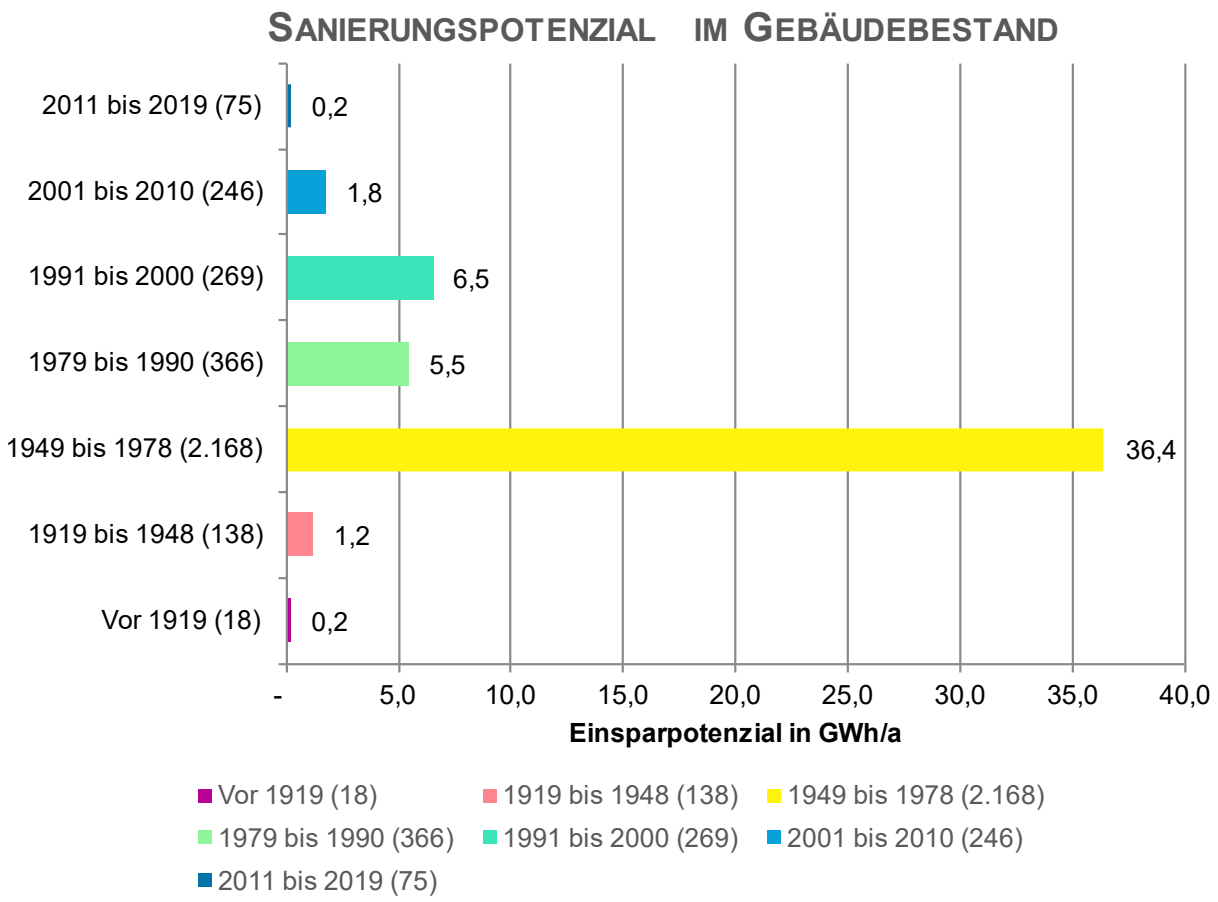

Abbildung 4-17: Reduktionspotenzial nach Baualtersklassen

Das Gebäudespektrum ist strukturell und eigentumsrechtlich vielfältig. Die meisten dieser Gebäude befinden sich in privatem Besitz. Besonders im Wohngebäudebestand können durch Maßnahmen wie Fassaden- und Dachdämmung, Fenstererneuerung oder Kellerdeckendämmung erhebliche Einsparungen erzielt werden.

Die Bereitschaft zur Durchführung energetischer Sanierungen ist heterogen ausgeprägt. Private Eigentümerinnen und Eigentümer sind oft durch hohe Immobilienpreise und begrenzte finanzielle Spielräume nach dem Immobilienkauf eingeschränkt. Gleichzeitig erschweren schwankende Energie- und Baumaterialpreise sowie Handwerkskosten eine zuverlässige Einschätzung der Amortisationsdauer, was Investitionen weiter hemmt.

Wohnungsbauunternehmen hingegen führen regelmäßig energetische Teilmodernisierungen durch. Eine umfassende Sanierung auf hohem Effizienzstandard wird jedoch selten angestrebt. Gründe dafür sind u.a., dass die Immobilien während der Sanierung bewohnbar bleiben müssen, wodurch umfangreiche Arbeiten erschwert werden. Außerdem sind die Sanierungskosten nur begrenzt Mieterumlagefähig (max. 3 €/m² in sechs Jahren). Unter diesen Rahmenbedingungen führen Wirtschaftlichkeitsabwägungen oft zu der Entscheidung, dass energetische Einzelmaßnahmen im Zusammenhang mit Instandhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen für die Wohnungsunternehmen zielführender sind als vollumfängliche energetische Sanierungen. Entsprechend streben viele Wohnungsunternehmen lediglich Effizienzhausstandards 70 oder 85 oder die Erfüllung gesetzlicher Mindestanforderungen an. Eine Umstellung auf Effizienzhaus 55 wird nur vereinzelt angestrebt.

Energetische Sanierungen bieten jedoch nicht nur eine beträchtliche Möglichkeit zur Reduzierung des Energiebedarfs, sondern auch zur Steigerung des Wohnkomforts und zur Wertsteigerung der Immobilien.

Zur Unterstützung energetischer Sanierungen stehen derzeit zwei zentrale Programme im Rahmen der Bundesförderung Effiziente Gebäude (BEG) zur Verfügung. Energetische Einzelmaßnahmen (z. B. Fassadendämmung) werden mit 15–20 % Zuschuss über das BAFA gefördert. Alternativ bietet die KfW Bank einen Förderkredit (Kredit Nr. 261) mit zinsgünstigen Darlehen und Tilgungszuschüssen für umfassende Sanierungen auf Effizienzhausstandard. Die Höhe der Tilgungszuschüsse hängt dabei vom erreichten energetischen Effizienzhausstandard ab.

Während das absolute Einsparpotenzial die Gesamtsumme möglicher Einsparungen beschreibt, gibt das relative Einsparpotenzial – also das Verhältnis zum aktuellen Bedarf – einen wichtigen Hinweis auf die Effizienz und Wirksamkeit von Sanierungsmaßnahmen. Es ermöglicht zudem die Vergleichbarkeit unterschiedlich großer Gebäude.

Für die kommunale Wärmeplanung ist daher nicht das Einzelgebäude entscheidend, sondern die räumliche Verteilung von relativen Sanierungspotenzialen. Zwecks klarer Einteilung und Übersichtlichkeit werden drei Sanierungspotenzialklassen auf Basis des relativen Einsparpotenzials gebildet – abgestuft in hoch, mittel und niedrig. Diese Einteilung unterstützt die Identifikation von Quartieren, in denen gezielte Maßnahmen zur Unterstützung und Förderung von Sanierungen besonders wirksam sein können.

Abbildung 4-18 zeigt einen Überblick über die Sanierungsklassen nach Baublöcken. Entsprechend befinden sich in einem rot gekennzeichneten Bereich mehrheitlich Gebäude mit hohem relativem Einsparpotenzial, während in grün markierten Bereichen die überwiegende Zahl der Gebäude ein niedriges relatives Sanierungspotenzial aufweist. Es lässt sich erkennen, dass in Altenholz die Gebäudeblöcke älterer Baualtersklassen zum Großteil ein hohes oder mittleres Sanierungspotenzial aufweisen. Dies bietet eine große Chance für Energieeinsparungen durch energetische Gebäudeoptimierung in der Zukunft.

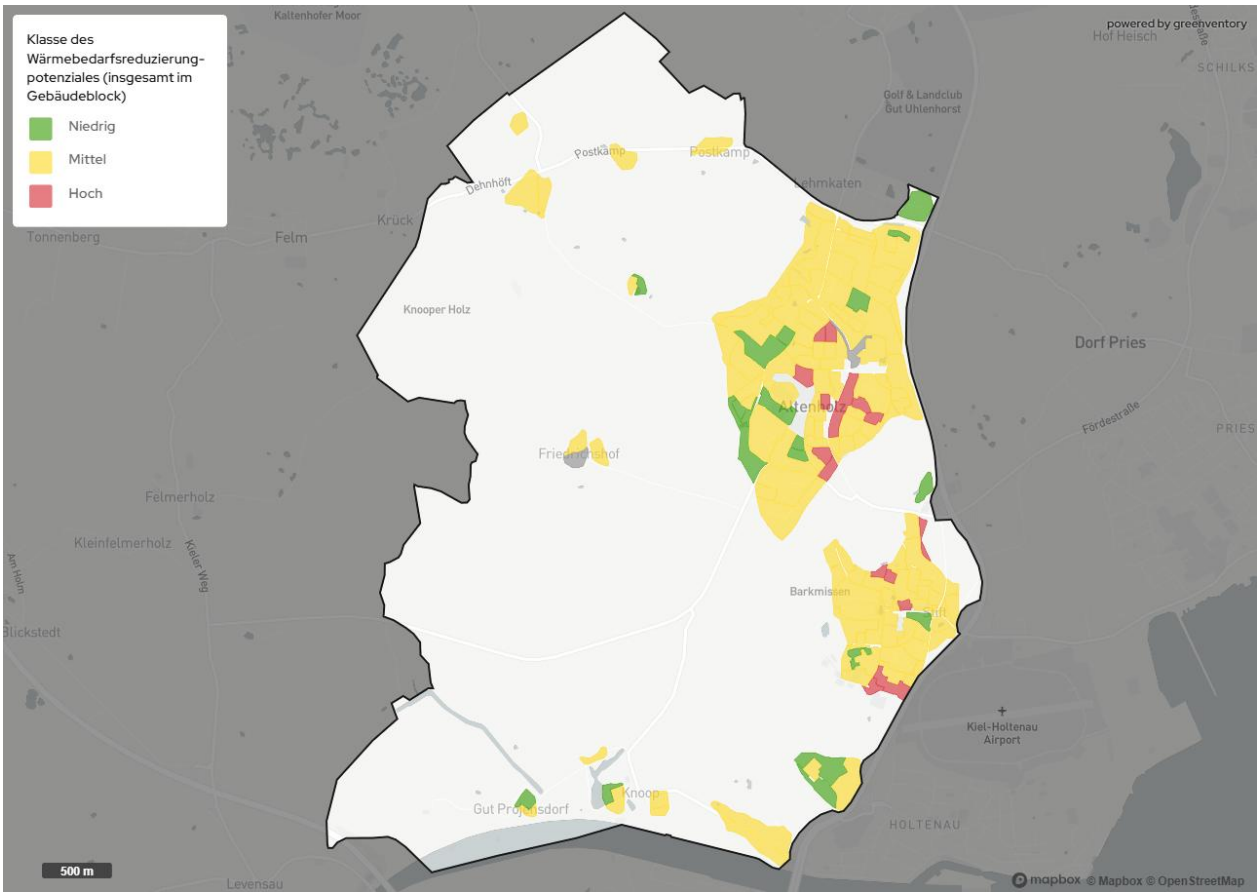

Abbildung 4-18: Sanierungsklassen nach Baublöcken

4.7 ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT

Die Potenzialanalyse zeigt, dass im Untersuchungsgebiet vielfältige Chancen für eine nachhaltige und erneuerbare Wärmeversorgung bestehen. Diese Potenziale sind jedoch räumlich unterschiedlich verteilt und gehen mit spezifischen Herausforderungen einher.

In den bebauten Siedlungsbereichen liegen die größten Potenziale auf den Dachflächen, insbesondere für Photovoltaik und Solarthermieanlagen. In den unbesiedelten Teilen des Gemeindegebiets bestehen darüber hinaus Flächenpotenziale, etwa für Freiflächen-Solarthermie, Photovoltaik-Freiflächenanlagen sowie Erdwärmenutzung in Form von Erdsonden- oder Erdkollektorfeldern. Diese Nutzungen stehen jedoch in Konkurrenz zu bestehenden landwirtschaftlichen Flächennutzungen und zur Flächenvorsorge für zukünftige Siedlungsentwicklung. Die kommunale Politik ist hier in der Verantwortung, strategisch abzuwägen, welchen Stellenwert die lokale Energieerzeugung im Verhältnis zu anderen Entwicklungszielen einnehmen soll. Zwar besteht derzeit keine gesetzliche Verpflichtung, einen bestimmten Anteil des Energiebedarfs auf dem eigenen Gemeindegebiet zu decken, doch der Ausbau erneuerbarer Energien steht laut EEG 2023 „im überragenden öffentlichen Interesse und dient der öffentlichen Gesundheit und Sicherheit“.

Solarthermie, sowohl auf Dach- als auch auf Freiflächen, könnte einen spürbaren Beitrag zur Deckung der Grund- und Mittellast im Zeitraum von März bis Oktober leisten. Ein darüberhinausgehender Beitrag zur Deckung des Gesamtwärmebedarfs wäre nur durch den Einsatz saisonaler Wärmespeicher möglich, die wiederum zusätzliche Flächen beanspruchen. In

der aktuellen Zinslage sind Investitionen in kapitalintensive Technologien wie Solarthermie oder Erdsondenfelder wirtschaftlich schwerer zu realisieren. Dennoch bieten sie langfristige Vorteile, insbesondere durch ihre Unabhängigkeit von Energiepreisvolatilitäten.

Im Vergleich zur Solarthermie weist die oberflächennahe Geothermie durch Erdsonden und Erdkollektoren ein deutlich höheres Potenzial auf. Diese Technologien verursachen nach ihrer Errichtung nur geringe sichtbare Eingriffe in den Raum und sind auch in sensiblen Bereichen wie Landschaftsschutzgebieten grundsätzlich genehmigungsfähig. Zudem können sie bei der Erschließung neuer Baugebiete flexibel eingeplant oder auch nachträglich integriert werden, da sie nur in begrenztem Maße mit der Bebauung konkurrieren. Entsprechend sind Baugebiete nicht als Potenzialfläche ausgeschlossen worden.

Im bebauten Bereich ist neben der Nutzung von Dachflächen vor allem die energetische Sanierung des Gebäudebestands von entscheidender Bedeutung. Besonders große Potenziale bestehen bei kommunalen Liegenschaften und Wohngebäuden, die vor 1978 errichtet wurden. Für die dezentrale Wärmeversorgung dieser Gebäude bieten sich vorrangig Wärmepumpen an. Der Strom für die dezentralen Wärmepumpen könnte anteilig von Aufdach-PV-Anlagen bereitgestellt werden.

Zur Erschließung vieler Flächenpotenziale ist ein Wärmenetz erforderlich, das jedoch nicht überall wirtschaftlich errichtet oder betrieben werden kann. Die Verfügbarkeit geeigneter Flächen in Netznähe ist dabei ein kritischer Faktor für die Umsetzung. Auch bei Technologien mit geringem Flächenbedarf, wie Biomasseanlagen oder Groß-Luftwärmepumpen, sind solche Standortfaktoren entscheidend, etwa für Brennstofflagerung oder technische Infrastruktur.

Abgesehen von der dezentralen Luftwärmepumpe ist keines der Wärmepotenziale ohne Einschränkungen einfach umsetzbar. Gründe hierfür sind u.a. der zeitliche Versatz zwischen Wärmeerzeugung und Wärmenutzung (z.B. Solarüberschuss im Sommer) oder die Entfernung geeigneter Flächen von bestehenden oder möglichen Wärmenetzen sowie dem weiterhin bestehenden Planungs-, Genehmigungs- und Investitionsaufwand. Die dezentrale Luftwärmepumpe ist für viele Gebäude in Altenholz eine gute Option, allerdings kann es insbesondere in dicht bebauten Reihenhaussiedlungen zu Herausforderungen hinsichtlich der Aufstellfläche und Abstandsregelungen kommen. Weitere Umsetzungshemmnisse können etwa in Form notwendiger flankierender Maßnahmen wie einem Heizkörpertausch bestehen. In der Folge muss gebäudeindividuell bewertet werden, welche Heizungstechnologie die technisch und wirtschaftlich sinnvollste Option darstellt.

5 AUSBLICK UND WEITERE SCHRITTE

Im weiteren Verlauf der Erstellung des kommunalen Wärmeplans für die Gemeinde Altenholz wird auf Grundlage der bereits abgeschlossenen Bestands- und Potenzialanalyse, die ein belastbares Fundament für die strategische Planung bildet, ein räumliches Versorgungskonzept sowie eine darauf abgestimmte Umsetzungsstrategie entwickelt. Ziel ist es, geeignete Gebiete für den Ausbau zentraler Wärmenetze zu identifizieren sowie Regionen abzugrenzen, in denen künftig eine dezentrale Versorgung auf Basis erneuerbarer Energien wirtschaftlich und technisch sinnvoll erscheint.

Im Zuge dessen werden zielgerichtete Gespräche mit relevanten Akteuren und Stakeholdern geführt. Dazu zählen unter anderem die Betreiber bestehender Wärmenetze, Wohnungsbaugenossenschaften, sowie die Eigentümer der Güter Knoop, Projensdorf und Friedrichshof, um gemeinsam den Weg hin zu einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung auszuloten und die Integration potenzieller Maßnahmen frühzeitig abzustimmen.

Sobald konkrete Maßnahmen zur Erreichung einer treibhausgasneutralen Wärmeversorgung und ein klimaneutrales Zielszenario für das Jahr 2040 erarbeitet sind, erfolgt eine Vorstellung der Ergebnisse im Rahmen einer Sitzung des kommunalpolitischen Ausschusses. Parallel dazu wird die Öffentlichkeit aktiv in den Planungsprozess einbezogen. Zwei Informationsveranstaltungen sind vorgesehen: Eine nach Abschluss der Bestands- und Potenzialanalyse und eine weitere zum Ende des Planungsprozesses. Ziel ist es, Transparenz zu schaffen, Akzeptanz zu fördern und die Bürgerinnen und Bürger frühzeitig für die bevorstehenden Veränderungen zu sensibilisieren.

6 LITERATURVERZEICHNIS

Agemar, T. A. (2014). *The Geothermal Information System for Germany.* GeotIS; ZDGG Band 165 Heft 2, 129–144.

BAFA. (2021). *Bundesförderung für effiziente Gebäude*. Abgerufen am 9. März 2021 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Effiziente_Gebaeude/Sanierung_Wohngebaeude/sanierung_wohngebaeude_node.html

BAFA. (2022 b). *Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW).* Abgerufen am 11. Oktober 2022 von bafa.de: https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html

BMU. (2021). *Förderaufruf Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte*. Abgerufen am 25. März 2021 von https://www.klimaschutz.de/modellprojekte

BMWK. (05. April 2024). *Erneuerbares Heizen - Gebäudeenergiegesetz (GEG) - Häufig gestellte Fragen*. Von https://www.energiewechsel.de/KAENEF/Navigation/DE/Service/FAQ/GEG/faq-geg.html abgerufen

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. (26. 06 2025). *Effizienzpolitik*. Von Plattform für Abwärme: https://www.bfee-online.de/SharedDocs/Downloads/BfEE/DE/Effizienzpolitik/pfa_datentabelle_excel.html?nn=1616544 abgerufen

Bundesfinanzministerium. (15. Dezember 2000). *AfA-Tabelle für die allgemein verwendbaren Anlagegüter*. Abgerufen am 9. März 2021 von https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/Ergaenzende-AfA-Tabellen/AfA-Tabelle_AV.html

Bundesministerium der Justiz (Hrsg.). (16. Oktober 2023). Gebäudeenergiegesetz vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 16. Oktober 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 280) geändert worden ist. *Teil 1 Nr. 280*. Bonn, Deutschland.

Bundesministerium der Justiz (Hrsg.). (20. Dezember 2023). Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze. *Bundesgesetzblatt 2023 Nr. 394*. Bonn.

Bundesministerium der Justiz (Hrsg.). (21. 02 2025). Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom. Bonn, Deutschland. Abgerufen am 09. 04 2025 von https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/EEG_2023.pdf

Bundesministerium für Wohnen, S. u. (09.. April 2024). *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energie zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden.* Von https://www.gesetze-im-internet.de/geg/GEG.pdf abgerufen

Bundesnetzagentur. (2024). EEG-Förderung und -Fördersätze - Fördersätze für Solaranlagen. Bonn. Von

https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/ErneuerbareEnergien/EEG_Foerderung/start.html abgerufen

CDU und BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN. (06. Juni 2022). Koalitionsvertrag für die 20. Wahlperiode des Schleswig-Holsteinischen Landtages (2022-2027). Kiel, Schleswig-Holstein.

dena. (12. Februar 2024). *Der dena Gebäuderepotrt 2016. Statistiken und Analysen zu Energieeffizienz im Gebäudebestand.* Von Deutsche Energie-Agentur: https://www.dena.de/fileadmin/user_upload/8162_dena-Gebaeudereport.pdf abgerufen

EWKG Novelle. (02. 10 2025). *Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Energiewende- und Klimaschutzgesetzes Schleswig-Holstein und zur Aufhebung und Anpassung weiterer Rechtsvorschriften.* Von https://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl20/drucks/02500/drucksache-20-02553.pdf abgerufen

GEG. (25. April 2024). *Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer.* Von https://www.gesetze-im-internet.de/geg/GEG.pdf abgerufen

Görlich, V., & Dr. Legler, D. (07. 06 2024). Von https://umweltinstitut.org/wp-content/uploads/2024/06/Rechtsgutachten_Wasserstoffnetzgebiete.pdf abgerufen

Hese, F. (2012). *3D Modellierung und Visualisierung von Untergrundstrukturen für die Nutzung des unterirdischen Raumes in Schleswig-Holstein. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.*

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH & ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung gGmbH. (Oktober 2019). Kampagnen erfolgreich gestalten - Für eine Wärmewende im Heizungskeller. (F. Rubik, J. Weiß, Hrsg., & C. Nikschtat, Redakteur) Berlin. Abgerufen am 03. November 2024 von https://www.ioew.de/fileadmin/user_upload/BILDER_und_Downloaddateien/Publikationen/2019/Change_Broschuere_Digital.pdf

IWU. (12. Oktober 2023). *„TABULA“ – Entwicklung von Gebäudetypologien zur energetischen Bewertung des Wohngebäudebestands in 13 europäischen Ländern.* Von Institut für Wohnen um Wmwelt: https://www.iwu.de/index.php?id=205 abgerufen

KEA-BW. (25. April 2024). *Download der Tabellen des Technikkatalos V1.1.* Von https://www.kea-bw.de/waermewende-1/wissensportal/einfuehrung-in-den-technikkatalog abgerufen

KEA-BW. (02. Februar 2024). *Leitfaden kommunale Wärmeplanung.* Von https://www.kea-bw.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/094_Leitfaden-Kommunale-Waermeplanung-022021.pdf abgerufen

Reinhold et al. (2008). *Geologische Karte „Salzstrukturen Norddeutschlands 1 : 500 000.*

Rockel, W. &. (1992). *Die Möglichkeiten der Nutzung geothermischer Energie in Nordostdeutschland und der Bearbeitungsstand geplanter Vorhaben.* In: Schulz, Werner, Ruhland, Bußmann (Hrsg.): Geothermische Energie - Forschung und Anwendung in Deutschland, Karlsruhe, Verlag C.F. M.

Schleswig-Holsteinischer Landtag. (20. Februar 2024). Drucksache 20/1878 - Bericht und Beschlussempfehlung - Gesetz zur Änderung der Landesbauordnung und des Brandschutzgesetzes. (S.-H. Landtag, Hrsg.) Kiel. Von

https://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl20/drucks/01800/drucksache-20-01878.pdf abgerufen

Technikkatalog (Langreder et al. (Im Auftrag des BMWK). (August 2024). *Kompetenzzentrum Kommunale Wärmewende (KWW).* Von https://www.kww-halle.de/praxis-kommunale-waermewende/bundesgesetz-zur-waermeplanung abgerufen

Thomsen, C. D.-D. (2014). *Geologische Potenzialanalyse des tieferen Untergrunds Schleswig-Holstein. Geologischer Dienst- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländlcihe Räume des Landes Schleswig-Holstein.* Flintbek.

Umweltbundesamt. (23. April 2024). *Energieverbrauch für fossile und erneuerbare Wärme*. Von https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-fuer-fossile-erneuerbare-waerme#:~:text=W%C3%A4rmeerzeugung%20aus%20erneuerbaren%20Energien,im%20Jahr%202021%20(siehe%20Abb. abgerufen