

# Zwischenbericht zur Kommunalen Wärmeplanung

Zwischenbericht zur Erstellung der kommunalen Wärmeplanung  
für die Stadt Kölleda

*Copyright: DSK – Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH*

*Fassung: 02.02.2026*

[www.dsk-gmbh.de](http://www.dsk-gmbh.de)

# Impressum

## Auftraggeber



### Stadt Kölleda

Markt 1  
99625 Kölleda  
[www.koelleda.de](http://www.koelleda.de)

## Auftragnehmer



Für Kommunen. Deutschlandweit. Seit 1957.

### DSK Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH

Abraham-Lincoln-Straße 44  
35189 Wiesbaden  
[www.dsk-gmbh.de](http://www.dsk-gmbh.de)

## Ansprechpartner

Diana Kunze  
Telefon: +49 3635 450-121  
[diana.kunze@koelleda.de](mailto:diana.kunze@koelleda.de)

## Ansprechpartner

Dr. Michael Liesener  
Telefon: +49 30 311697431  
[michael.liesener@dsk-gmbh.de](mailto:michael.liesener@dsk-gmbh.de)

## Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz  
und nukleare Sicherheit



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**Bearbeitungsstand:** 02.02.2026

**Herausgeber: DSK Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH**

Geschäftsführung: Dr. Frank Burlein, Eckhard Horwedel, Rolf Schütte, Dr. Paul Kowitz, Dr. Martin Dombrowski

USt-IdNr.DE 273 187 929

#### **Förderhinweis:**

Diese Publikation wurde aus dem Klima- und Transformationsfonds des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz / Nationale Klimaschutzinitiative gefördert.

#### **Hinweis zur Geschlechter Formulierung:**

Bei allen Bezeichnungen, die auf Personen bezogen sind, meint die gewählte Formulierung alle Geschlechter, auch wenn aus Gründen der leichteren Lesbarkeit die männliche oder weibliche Form steht.

#### **Hinweis zur Untersuchungsgebietsbezeichnung:**

Im Folgenden werden die Begriffe Stadt und Untersuchungsgebiet synonym verwendet. Sie bezeichnen, sofern nicht ausdrücklich darauf hingewiesen wird, den Geltungsbereich der Kommunalgrenzen der Stadt Kölleda, wie es in Abbildung 4 dargestellt ist. Ferner wird der Begriff aus § 3 Wärmeplanungsgesetz (WPG) zur Gliederung des Untersuchungsraums „Beplantes Teilgebiet“ synonym zum Begriff „Energiegebiet“ verwendet.

#### **Hinweis zur Nutzung von künstlicher Intelligenz (KI):**

Bei der Erarbeitung des Konzeptes haben wir auf die Unterstützung durch künstliche Intelligenz zurückgegriffen. Diese fortschrittliche Technologie trug zur Strukturierung und Formulierung unseres Berichts bei, um eine klare und präzise Informationsübermittlung zu gewährleisten. Dieser innovative Einsatz ermöglichte es, fundierte Entscheidungen zu treffen und Ressourcen effizienter zu nutzen.

#### **Urheberrechtshinweis:**

Das vorliegende Konzept unterliegt dem geltenden Urheberrecht. Ohne die ausdrückliche Zustimmung der Autoren und der o.g. Auftraggeberin darf diese oder Auszüge daraus insbesondere nicht veröffentlicht, vervielfältigt und/oder anderweitig an Dritte weitergegeben werden. Sollte einer derartigen Nutzung zugestimmt und der Inhalt an anderer Stelle wiedergegeben werden, sind die Autoren gemäß anerkannten wissenschaftlichen Arbeitsweisen zu nennen.

#### **Haftungsausschuss:**

Das vorliegende Konzept wurde nach dem aktuellen Stand der Technik, nach den anerkannten Regeln der Wissenschaft sowie nach bestem Wissen und Gewissen der Autoren erstellt. Irrtümer vorbehalten. Fremde Quellen wurden entsprechend gekennzeichnet. Die Ergebnisse basieren weiterhin im dargelegten Maß auf Aussagen und Daten von fachkundigen Dritten, die im Rahmen von Befragungen ermittelt wurden. Alle Angaben und Quellen wurden sorgfältig auf Plausibilität geprüft. Die Autoren können jedoch keine Garantie für die Belastbarkeit der ausgewiesenen Ergebnisse geben.

Weiterhin basieren die Ergebnisse der vorliegenden Studie auf Rahmenbedingungen, die sich aus den dargelegten Gesetzen, Verordnungen und rechtlichen Normen ergeben. Diese, bzw. deren gerichtliche Auslegung, können sich ändern. Die Studie kann dahingehend nicht den Anspruch erheben, eine Rechtsberatung zu ersetzen und darf auch ausdrücklich nicht als eine solche verstanden werden.

# Inhalt

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Einführung .....                                             | 7   |
| 1.1. Strategischer Weg zur klimaneutralen Wärmeversorgung ..... | 8   |
| 1.2. Begriffsbestimmung .....                                   | 9   |
| 2. Bestandsanalyse.....                                         | 11  |
| 2.1. Methodik und Datengrundlage der Bestandsanalyse .....      | 12  |
| 2.2. Konzeptionelle Grundlagen.....                             | 14  |
| 2.3. Entwicklung der Stadt Kölleda .....                        | 15  |
| 2.4. Gebäudebestand .....                                       | 19  |
| 2.5. Energetische Infrastruktur .....                           | 26  |
| 2.6. Energetische Bedarfe und Verbräuche.....                   | 36  |
| 2.7. Energie- und Treibhausgasbilanz.....                       | 42  |
| 3. Potenzialanalyse .....                                       | 47  |
| 3.1. Wärmebedarfsreduktion .....                                | 48  |
| 3.2. Flächenscreening.....                                      | 53  |
| 3.3. Oberflächennahe Geothermie .....                           | 55  |
| 3.4. Mittlere- und Tiefengeothermie .....                       | 65  |
| 3.5. Abwärme.....                                               | 68  |
| 3.6. Außenluft .....                                            | 69  |
| 3.7. Dachflächen Solarthermie / Photovoltaik (PV) .....         | 72  |
| 3.8. Freiflächen Photovoltaik .....                             | 77  |
| 3.9. Biomasse.....                                              | 83  |
| 3.10. Gewässer.....                                             | 93  |
| 3.11. Klimaneutrale Gase.....                                   | 94  |
| 4. Szenarienentwicklung .....                                   | 97  |
| 4.1. Entwicklung der Wärmeversorgungsgebiete.....               | 98  |
| 4.2. Eignung der Wärmeversorgungsarten.....                     | 100 |
| 4.3. Zusammenstellung des zukünftigen Energiemixes .....        | 103 |
| 5. Eignungsgebiete.....                                         | 104 |
| 5.1. Eignungsgebiete .....                                      | 105 |
| 6. Wärmewendestrategie.....                                     | 107 |
| 6.1. Umsetzungsstrategie .....                                  | 108 |
| 6.2. Verstetigungsstrategie.....                                | 109 |
| 6.3. Controllingkonzept .....                                   | 125 |



# Abkürzungen

|                       |                                                                      |               |                                                        |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------|
| <b>BAFA</b>           | Bundesamt für Wirtschaft und Ausfahrkontrolle                        | <b>PV</b>     | Photovoltaik                                           |
| <b>BaG</b>            | Bundesamt für Güterverkehr                                           | <b>TABULA</b> | Typology Approach für Building Stock Energy Assessment |
| <b>BaV</b>            | Bundesanstalt für Verwaltungsdienstleistungen                        | <b>u.A.</b>   | unter Anderem                                          |
| <b>BEG</b>            | Bundesförderung für effiziente Gebäude                               | <b>usw.</b>   | und so weiter                                          |
| <b>BEHG</b>           | Brennstoffemissionshandelsgesetz                                     | <b>WDVS</b>   | Wärmedämmverbundsystem                                 |
| <b>BEW</b>            | Bundesförderung für effiziente Wärmenetze                            | <b>z.B.</b>   | zum Beispiel                                           |
| <b>BHKW</b>           | Blockheizkraftwerk                                                   | <b>BAFA</b>   | Bundesamt für Wirtschaft und Ausfahrkontrolle          |
| <b>BMUB</b>           | Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit | <b>BaG</b>    | Bundesamt für Güterverkehr                             |
| <b>BMWi</b>           | Bundesministerium für Wirtschaft und Energie                         | <b>BaV</b>    | Bundesanstalt für Verwaltungsdienstleistungen          |
| <b>CO<sub>2</sub></b> | Kohlenstoffdioxid                                                    | <b>EED</b>    | Energieeffizienzrichtlinie                             |
| <b>EE</b>             | Erneuerbare Energien                                                 | <b>EPBD</b>   | Energy Performance of Buildings Directive              |
| <b>EEE</b>            | Energie Effizienz Experte                                            | <b>WPG</b>    | Wärmeplanungsgesetz                                    |
| <b>EEG</b>            | Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien                          | <b>NKI</b>    | Nationalen Klimaschutzinitiative                       |
| <b>EnEV</b>           | Energieeinsparverordnung                                             |               |                                                        |
| <b>EU</b>             | Europäische Union                                                    |               |                                                        |
| <b>GEG</b>            | Gebäudeenergiegesetz                                                 |               |                                                        |
| <b>RED II</b>         | Richtlinie zur Förderung der Nutzung erneuerbarer Energiequellen     |               |                                                        |
| <b>GIS</b>            | Geoinformationssystem                                                |               |                                                        |
| <b>IKK</b>            | Investitionskredit Kommunen                                          |               |                                                        |
| <b>IKU</b>            | Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen                 |               |                                                        |
| <b>iSFP</b>           | Individueller Sanierungsfahrplan                                     |               |                                                        |
| <b>IWU</b>            | Institut für Wohnen und Umwelt                                       |               |                                                        |
| <b>JAZ</b>            | Jahresarbeitszahl                                                    |               |                                                        |
| <b>KBA</b>            | Kraftfahrt-Bundesamt                                                 |               |                                                        |
| <b>KfW</b>            | Kreditanstalt für Wiederaufbau                                       |               |                                                        |
| <b>KWK</b>            | Kraft-Wärme-Kopplung                                                 |               |                                                        |
| <b>KWKG</b>           | Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz                                          |               |                                                        |

# 1. Einführung

Die kommunale Wärmeplanung ist ein strategisches Instrument der nachhaltigen Stadtentwicklung. Sie unterstützt Kommunen dabei, den Umbau der Wärmeversorgung hin zur Klimaneutralität langfristig und standortspezifisch zu gestalten.

Im Mittelpunkt steht die Analyse des lokalen Wärmebedarfs und die Entwicklung von Maßnahmen, wie dieser künftig durch erneuerbare und emissionsfreie Energien gedeckt werden kann. Dadurch wird Transparenz geschaffen und sowohl Bürgern als auch Unternehmen und der Verwaltung Planungssicherheit für eine zukunftsfähige Versorgung geboten. Als wirksames Werkzeug zur Beschleunigung der Wärmewende liefert die Wärmeplanung der kommunalen Verwaltung einen strategischen Fahrplan, ohne eine detaillierte Netz- oder Quartiersplanung zu ersetzen.

Der Prozess umfasst mehrere Phasen: Bestandsanalyse, Potenzialanalyse, Szenarienentwicklung und Wärmewendestrategie. Ergänzend werden Fokusgebiete vertieft betrachtet sowie ein Controllingkonzept und eine Verstetigungsstrategie erarbeitet. Begleitet wird der gesamte Prozess durch die Einbindung relevanter Akteure und der Öffentlichkeit, um die Umsetzung langfristig zu sichern.



## 1.1. Strategischer Weg zur klimaneutralen Wärmeversorgung

Die Wärmeversorgung macht in Deutschland mehr als 50 % des gesamten Endenergieverbrauchs aus und verursacht einen Großteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Rund 80 % der Wärmenachfrage wird derzeit durch den Einsatz fossiler Brennstoffe wie Gas und Öl gedeckt, die in weiten Teilen importiert werden. Von den etwa 41 Millionen Haushalten in Deutschland heizt fast jeder zweite mit Gas, knapp jeder vierte mit Heizöl. Der Anteil der Fernwärme liegt bei etwa 14 %, doch auch diese wird bislang überwiegend auf Basis fossiler Energiequellen erzeugt. Mit Blick auf die klimapolitischen Zielsetzungen der Bundesregierung kommt der Transformation des Wärmesektors und der Effizienzsteigerung bei Wärmeerzeugung und -nutzung somit eine entscheidende Bedeutung zu.

Die Energiewende wurde zumindest in der öffentlichen Wahrnehmung lange mit dem Stromsektor assoziiert und hier mit dem Ausbau von Windkraft- und Photovoltaikanlagen gleichgesetzt. Der Bereich der Wärmeversorgung wurde überwiegend auf dezentraler Ebene behandelt. Hier haben zuerst die Energiesparverordnung (EnEV) und ab 2020 das Gebäudeenergiegesetz (GEG) energetische Standards für die Gebäudehülle und im geringeren Ausmaß auch für die Energieversorgung insbesondere im Neubau definiert. Die Transformation der Wärmeversorgung wurde durch positive und negative Anreizinstrumente stimuliert werden. Als Beispiel für erstere können unterschiedliche Förderprogramme für nachhaltiger Technologien genannt werden. Letztere wird insbesondere durch die CO<sub>2</sub>-Steuer repräsentiert, mit der Versucht wird zumindest einen Teil der negativen Folgen, die durch die Verwendung fossiler Energieträger entstehen, zu monetarisieren. Die Bereisung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes soll den Preis fossiler Energien erhöhen und somit den finanziellen Anreiz für den Umstieg auf klimaneutrale Energieträger steigern. Eine strategische Sichtweise, die gebäude-übergreifend und insbesondere auch auf den Bestand ausgerichtet wäre, fehlte.

Diese Komponente wurde durch das im Jahr 2023 verabschiedete Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz, WPG) geschaffen. Es handelt sich hierbei um eines der zentralen politischen Instrumente, um die Klimaschutzziele der Bundesregierung im Wärmesektor zu erreichen. Das Wärmeplanungsgesetz verpflichtet die Bundesländer, die Erstellung von Wärmeplänen auf ihrem Hoheitsgebiet sicherzustellen. Das (bundes-)Wärmeplanungsgesetz verpflichtet also nicht direkt die Kommunen zur Wärmeplanung, sondern adressiert eine sogenannte „planungsverantwortliche Stelle“, die von den Ländern per Landesgesetz zu definieren ist. Auf Ebene des Landes Thüringen erfolgt die Umsetzung durch das Thüringer Ausführungsgesetz zum Wärmeplanungsgesetz (ThürWPGAG). In diesem wird festgelegt, welche Städte, Gemeinden und Landkreise für die Wärmeplanung zuständig sind. Damit ist auch die Stadt Kölleda in der Verantwortung, einen kommunalen Wärmeplan für ihr Stadtgebiet zu erstellen.

Die Gesetzgebung sieht für die Kommunen die verpflichtende Erstellung von Wärmeplänen bis zum 30. Juni 2026 für Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern bzw. bis zum 30. Juni 2028 für kleinere Kommunen vor. Kölleda mit rund 12.000 Einwohnern fällt somit in die zweite Kategorie und ist verpflichtet, bis spätestens Mitte 2028 einen Wärmeplan vorzulegen.

Die kommunale Wärmeplanung ist ein strategischer Prozess, mit dem eine klimaneutrale, zuverlässige und bezahlbare Wärmeversorgung für das jeweilige Gemeindegebiet entwickelt werden soll. Ziel ist es, Klarheit darüber zu schaffen, welche Versorgungsformen – wie Wärmenetze, Einzelheizungen oder Hybridlösungen – in welchen Gebieten langfristig geeignet sind, um den Wärmebedarf bis 2045 möglichst effizient und klimaneutral zu decken. Die Wärmeplanung soll Gebäudeeigentümern Orientierung bieten, Planungssicherheit schaffen und die Weichen für eine zukunftsfähige Energieversorgung stellen. Dabei ist wichtig zu betonen, dass sich aus dem Wärmeplan selbst keine unmittelbaren Pflichten zur Umsetzung ergeben, noch können daraus Ansprüche Dritter auf bestimmte Maßnahmen abgeleitet werden. Vielmehr handelt es sich um ein strategisches Planungsinstrument, das sowohl kommunale Entscheidungsträger, Versorger und Netzbetreiber als auch Bürgerinnen und Bürger bei der Wärmewende unterstützen soll.

Die vorliegende Wärmeplanung bezieht sich auf das Stadtgebiet von Kölleda im Landkreis Sömmerda. Die Stadt Kölleda besteht neben der Kernstadt aus insgesamt 8 Ortsteilen: Altbleichlingen, Backleben, Battgendorf, Bleichlingen, Burgwenden, Dermsdorf, Großmonra und Kiebitzhöhe.

Die Stadt beauftragte Anfang März 2025 die Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft mbH mit der Erstellung der Kommunalen Wärmeplanung. Der formelle Projektauftakt zwischen Vertretern der Auftraggeber- und Auftragnehmerseite erfolgt am 14. Mai 2025.

## 1.2. Begriffsbestimmung

Das vorliegende Konzept richtet sich an eine Leserschaft mit unterschiedlichen Wissensstand und Hintergrund. Um ein besseres Verständnis der Inhalte zu erlauben, sollen an dieser Stelle einzelne Begriffe definiert und eingeordnet werden.

„Baublock“ stellt ein Gebäude oder mehrere Gebäude oder Liegenschaften dar, dass oder die von mehreren oder sämtlichen Seiten von Straßen, Schienen oder sonstigen natürlichen oder baulichen Grenzen umschlossen und für die Zwecke der Wärmeplanung als zusammengehörig zu betrachten ist oder sind. Die überwiegende Zahl der Abbildungen und Analysen in diesem Konzept erfolgt auf Eben von Baublöcken. Dies dient insbesondere dazu eine datenschutzkonforme Darstellung der Daten/Informationen zu gewährleisten. Zugleich liegen zahlreiche Daten gar nicht auf Eben einzelner Objekte vor, sondern nur für größere Bereiche. Somit ist eine gebäudescharfe Darstellung und Betrachtung in der Regel nur über statistische und mathematische Verfahren möglich, die nicht reelle Ergebnisse, sondern nur Aussagen zu Wahrscheinlichkeiten oder Anteilen/Brüchen ermöglichen. Durch die Aggregation auf der Ebene von Baublöcken können somit für den Leser auch etwas greifbarere Aussagen getätigt und die aufgrund der Datenlage bestehende Unschärfe nivelliert werden.

„Wärmebedarf“ Unter dem Raumwärme- oder Heizbedarf versteht man die rechnerisch ermittelte Wärmemenge, die sich aus der vorgesehenen Innenraumtemperatur, den äußeren klimatischen Bedingungen sowie den Wärmegewinnen und -verlusten des Gebäudes ergibt. Zusätzlich umfasst der Wärmebedarf jenen, der

für die Warmwasserbereitung und für die Herstellung oder Umwandlung von Produkten erforderlich ist (Prozesswärme). Er hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z. B. der Bauweise des Gebäudes, der Außentemperatur, der Isolierung und der Nutzung des Raums ab. Der Wärmebedarf stellt somit die theoretisch erforderliche Energiemenge dar, um den gewünschten Raumkomfort zu gewährleisten. Auf Basis von Gebäudetypologie bzw. Abnehmerstruktur lässt sich der Wärmebedarf anhand spezifischer Kennwerte abschätzen und bildet somit eine gute Grundlage für eine erste Einordnung bzw. das Schließen von Datenlücken. Aufgrund der bereits thematisierten Datenbasis musste im vorliegenden Konzept primär auf die Verwendung der rechnerisch ermittelten Wärmebedarfe zurückgegriffen werden.

„**Wärmeverbrauch**“ Hierbei handelt es um die tatsächlich verbrauchte (= gemessene) Energiemenge. Bei der Darstellung des Verbrauchs werden daher im Gegensatz zum Bedarf auch die Auswirkungen von Witterung, Nutzerverhalten und Produktionsänderungen abgebildet. Die Verwendung realer Wärmeverbrauchswerte bietet grundsätzlich den Vorteil einer realistischen Momentaufnahme für den entsprechenden Erfassungszeitraum, die Werte sind jedoch auch von verschiedenen Einflussgrößen abhängig, wie dem Einsatz der Wärmeversorgungsanlage, dem individuellen Nutzerverhalten, den Produktionsabläufen sowie den jährlichen Witterungsschwankungen.

„**Nutzenergie**“ - Ist der Teil der Endenergie, der dem Verbraucher nach Abzug von Umwandlungs- und Verteilungsverlusten innerhalb des Gebäudes oder Firmengeländes für die gewünschte Energiedienstleistung zur Verfügung steht, z. B. Raumwärme, Warmwasser oder Prozesswärme.

„**Endenergie**“ - Ist jene Energie, welche dem Verbraucher nach Abzug von Umwandlungs- und Transportverlusten zur Verfügung steht und in der Regel über Zähler oder Messeinrichtungen abgerechnet wird, z. B. in Form von Erdgas, bezogene Wärme über ein Wärmenetz, Heizöl oder Strom.

„**Wärmeliniendichte**“ eine Kenngröße bzw. ein Quotient, der die ermittelte Wärmeverbrauchs- und -bedarfsmenge, die entlang eines Straßenabschnitts anfällt, ins Verhältnis zur Länge des Straßenabschnitts bzw. der für die Wärmeversorgung relevanten Trassenlänge setzt. Der Wert zeigt die Wärmemenge, die innerhalb eines bestehenden oder hypothetischen Leitungsabschnitts an die dort angeschlossenen Verbraucher innerhalb eines Jahres abgesetzt wird. Sie wird in MWh oder kWh/ (m a) angegeben und stellt einen wesentlichen Indikator zur Bewertung der Eignung eines Bereiches für netzbasierte Wärmeversorgungssysteme dar.

„**Wärme(flächen)dichte**“ eine Kenngröße, bei der der Wärmeverbrauch ins Verhältnis zu einer Grundfläche gesetzt wird. Als geeignete Bezugsgrößen eignen sich bspw. Flurstücke, Hektarraster oder – wie in Anlage 2 des WPG gefordert – Baublöcke. Der Indikator wird meist in MWh/(ha a) oder TJ/(km<sup>2</sup> a) angegeben und ist relevant für die Einstufung von Gebieten hinsichtlich ihrer Eignung für zentrale oder dezentrale Versorgungslösungen.

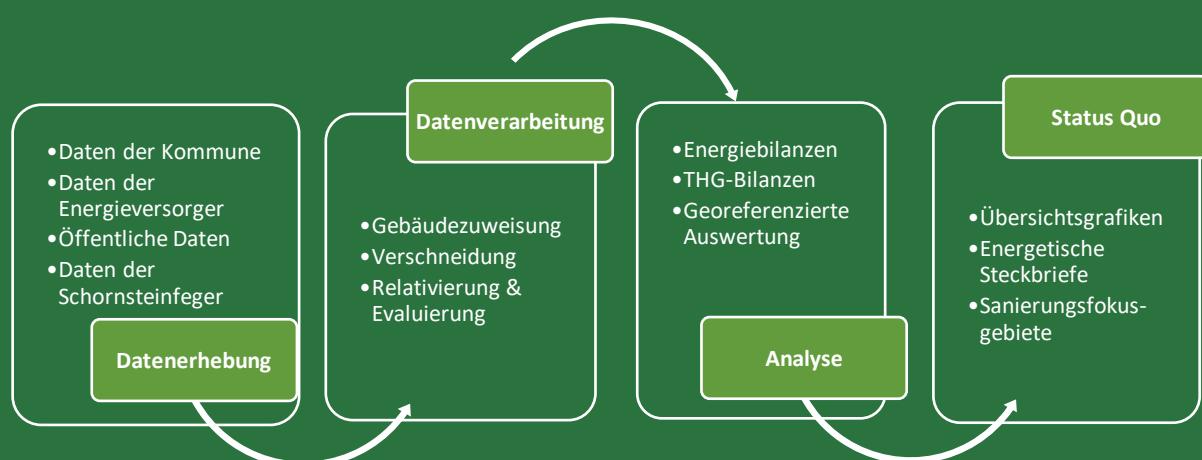
## 2. Bestandsanalyse

In der Bestandsanalyse werden der derzeitige Zustand der Gebäudestruktur, der Wärmeverbrauch sowie die vorhandene Wärmeinfrastruktur erfasst und systematisch aufbereitet. Die Erstellung dieser detaillierten Datengrundlage und ihre Analyse ermöglichen es:

- Konkrete Handlungsbedarfe zu identifizieren
- Zukunftsszenarien zu berechnen
- Strategische Maßnahmen für die langfristige Transformation abzuleiten

Die Bestandsanalyse stellt das wichtigste Werkzeug für die Entwicklung der kommunalen Wärmeplanung dar, da sie darauf abzielt, realistische Entwicklungspfade für reale Personen aufzuzeigen. Für Kölleda war es daher entscheidend, auf statistische Durchschnittswerte (wie normierte Bedarfswerte) zu verzichten und stattdessen ausschließlich mit Realwerten zu arbeiten. Diese Zielsetzung konnte im Großteil erfolgreich umgesetzt werden.

Das Vorgehen und die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.



## 2.1. Methodik und Datengrundlage der Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse stützt sich auf die Erhebung von Daten über bestehende Gebäudetypologien, die Infrastruktur der Gas- und Wärmenetze und Heizzentralen sowie auf die Untersuchung der Wärmeversorgungsstrukturen in Wohn- und Nichtwohngebäuden. Auf dieser Basis werden der Wärmebedarf und -verbrauch sowie die damit verbundenen THG-Emissionen im Bereich der Wärmeversorgung ermittelt. Die nachfolgenden Abschnitte beschreiben die erhobenen Daten detailliert.

Ein zentrales Ziel der Ausarbeitung ist die Bestimmung des Energiebedarfs und der THG-Emissionen, die dem Wärmesektor zuzurechnen sind. Mit diesen Daten kann eine verursachergerechte und räumliche Zuordnung der Bedarfe und Umweltauswirkungen im Untersuchungsgebiet erfolgen. Diese Ergebnisse bilden eine wichtige Grundlage für die nachfolgende Potenzialanalyse, um Prognosen für den zukünftigen Wärmebedarf und die möglichen Beiträge zur Wärmeversorgung zu entwickeln.

Für die Bestandsanalyse der Stadt Kölleda wurden u.a. folgende Daten erhoben:

Tabelle 1: Übersicht der erhobenen Daten durch Anlage 1 zu §15 WPG

| Nr. | Quelle                                                     | Datenbeschreibung                                                                                                                                                                                                  | Anmerkung                                               |
|-----|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1   | Clausberg GmbH/ WWG Kölleda                                | Verbrauchsdaten Wärmenetz auf Ebene der Straßenzüge für die Jahre 2010-2023; Trassierung Wärme-/Biogasnetz; Standorte Heizzentralen                                                                                | Aggregation auf Basis WPG<br>Anlage 1 (zu §15) Abs. 1-3 |
| 2   | TEN                                                        | Verbrauchsdaten Gasnetz auf Ebene der Straßenzüge für die Jahre 2010-2023; Verbrauchsdaten Strom, Heizstrom, Straßenzugbezogen; Wärmepumpenstrom, Stromeinspeisung aus Erneuerbaren Energien und KWK, Stadtbezogen | Aggregation auf Basis WPG<br>Anlage 1 (zu §15) Abs. 1-3 |
| 3   | Bezirksschornsteinfeger                                    | Feuerstättenart nach ZIV; Energieträger; Nennwärmeleistung; Heizsystem                                                                                                                                             | Aggregation auf Basis WPG<br>Anlage 1 (zu §15) Abs. 1-3 |
| 4   | Stadtverwaltung Kölleda                                    | Gebäudenutzung, -funktion, Geschossanzahl, Baualtersklasse, Flächennutzungsplan, Verbräuche Kommunaler Liegenschaften                                                                                              | Gebäudedaten aus bestehenden Quartierskonzepten         |
| 5   | Wohnungsgesellschaften                                     | Daten zu Gebäuden im Bestand                                                                                                                                                                                       |                                                         |
| 6   | Thüringer Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation | Flurstücke; Straßen- und Wegenetz; Gebäudevektoren; 3D-Gebäudemodelle (Strukturmodell, LoD2), Nutzung, Funktion, Geschossanzahl                                                                                    |                                                         |

|   |                  |                                                                                       |  |
|---|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 7 | Zensus           | 100x100m Rasterdaten für sonstige Baualtersklassen und Energieträger                  |  |
| 8 | Gewerbetreibende | Verbrauchsdaten für drei Jahre je Energieträger, Abwärmepotentiale, Einsparpotentiale |  |
| 9 | BeWA-Sömmerda    | Daten für Abwärmerohre >DN800                                                         |  |

## Implementierung der Daten

Um die Daten sinnvoll miteinander zu verschneiden wurden in einem Geoinformationssystem (GIS) zunächst alle Gebäudeumrisse, die durch das Thüringer Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (GeoPortal Thüringen) zur Verfügung gestellt wurden, implementiert. Daraufhin wurden alle zur Verfügung stehenden Daten georeferenziert, sodass sie mit den Hausumrissen verknüpft werden konnten.

Somit wurde eine Schnittstelle geschaffen, um Daten verschiedener Akteure im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben nach Anlage 1 (zu § 15) Wärmeplanungsgesetz Abs. 1 - 3 einspeisen und verorten zu können. Durch die Datenabfrage u.a. Stadtverwaltung Kölleda, Bezirksschornsteinfeger, Zensus, Gewerbetreibenden, Wärmenetzbetreiber Clausberg GmbH und WWG Kölleda Wohnungswirtschaft GmbH lagen diverse Datensätze vor, die sich in der Datengüte sehr stark unterschieden. Um diese Daten effizient zu verarbeiten eine Excel-Anwendung entwickelt, die im ersten Schritt die Informationen den Adressen zuordneten, im zweiten Schritt die Daten miteinander zu verschneidet und diese anschließend für die Gebäude-, Baublock- und Straßenebene im Geoinformationssystem darstellen zu können. Diese Datengrundlage ermöglicht eine sehr präzise Darstellung und wird für den IST-Zustand (2024) in folgenden Kapiteln dargestellt.

## Eignungsprüfung

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung ist gemäß § 14 WPG eine Eignungsprüfung durchzuführen, um zu evaluieren, ob bestimmte Teilgebiete für ein verkürztes Planungsverfahren geeignet sind. Für solche Gebiete können einzelne Planungsschritte gemäß den §§ 15 bis 20 WPG entfallen:

- **Bestandsanalyse (§ 15 WPG):** Die systematische Erhebung des aktuellen Wärmebedarfs, der vorhandenen Wärmeerzeugungsanlagen sowie der bestehenden Energieinfrastruktur kann in diesen Fällen ausgesetzt werden.
- **Potenzialanalyse (§ 16 WPG):** Die Potenzialermittlung kann auf Optionen beschränkt werden, die für eine dezentrale Wärmeversorgung von Relevanz sind.
- **Wärmeversorgungsgebiete (§ 18 WPG):** Eine Zuordnung des jeweiligen Teilgebiets zu spezifischen Wärmeversorgungsoptionen ist nicht erforderlich.
- **Umsetzungsstrategie (§ 20 WPG):** Die Entwicklung einer konkreten Umsetzungsstrategie für das betreffende Gebiet ist nicht verpflichtend.

Für die kommunale Wärmeplanung der Stadt Kölleda wurde bewusst auf die Anwendung eines verkürzten Verfahrens verzichtet. Die Entscheidung beruht auf dem Anspruch, alle Stadt- und Ortsgebiete gleichwertig in die Analyse einzubeziehen, um eine ganzheitliche Datengrundlage und umfassende Bewertungsstruktur zu schaffen. Damit wird das Ziel verfolgt, eine ganzheitliche und inklusive Wärmeversorgungsstrategie für das gesamte Stadtgebiet zu entwickeln, die keine Benachteiligungen verursacht.

## 2.2. Konzeptionelle Grundlagen

### Energetische Quartierskonzepte

(„Altstadt“, „Wilhelm-Pieck-Ring & Bahnhofsviertel“ und „Am Stadtpark“)

Die zentrale Zielsetzung der Berichte ist die Entwicklung konkreter Maßnahmen zur Überprüfung, wie die Quartiere klimaneutral und klimaresilient gestaltet werden können. Dabei wurden sehr tiefgreifende Voruntersuchungen unternommen, um die genauen Sanierungsstände, sowie Baualtersklassen und beheizten Flächen herauszufinden. Gleichzeitig hat eine intensive Bürgerbeteiligung stattgefunden, um die Anliegen und Interessen der Bürger zu berücksichtigen.

Konkret wurde der Wunsch geäußert, dass eine Untersuchung über den möglichen Ausbau des zentralen Wärmenetzes durchgeführt werden soll. Dies wurde im Laufe des Projektes berechnet, dabei wurde klar, dass es weitere wirtschaftliche Erschließungspotentiale in den Gebieten für die zentrale Wärmeversorgung gibt. Darüber hinaus wurde im Rahmen der Untersuchung auch die bestehende Netzinfrastruktur betrachtet. Dabei traten verschiedene Herausforderungen hinsichtlich der Effizienz und Nachhaltigkeit des aktuellen Netzbetriebs zutage. Insbesondere wurden hohe Verlustquoten im Bestandsnetz identifiziert, deren Ursachen derzeit eingehend analysiert werden. Die Weiterentwicklung der Infrastruktur wird dabei auch durch die aktuellen Strukturen und zukünftige Veränderungen im Betreiberumfeld beeinflusst, was eine flexible und langfristige Planung erfordert.

Im Zuge der technischen und wirtschaftlichen Betrachtung wurden auch andere Lösungsansätze diskutiert. Dazu zählen unter anderem der Einsatz von Wärmepumpen oder der direkte Einsatz von grünen Gasen die auf Gebäudeebene oder im Quartiersmaßstab umgesetzt werden könnten.

Neben den Untersuchungen der technischen Machbarkeiten wurden ebenfalls konkrete Lösungen zu einer möglichen wirtschaftlichen Umsetzbarkeit untersucht.

### Integriertes Stadtentwicklungskonzept Kölleda 2035

Das ISEK Kölleda 2035 dient als strategisches Steuerungsinstrument der Stadtentwicklung für die Gesamtstadt und ihre Ortsteile. Zu den zentralen Bestandteilen gehören eine umfassende Bestands- und Schwächenanalyse sowie eine Einschätzung der zukünftigen Entwicklungsperspektiven von Kölleda (z. B. Demografie, Infrastruktur, Wohnen, Gewerbe, Mobilität, Umwelt, Freiraum). Daran anknüpfend definiert das ISEK Leitbilder, Ziele und eine Entwicklungsstrategie für die nächsten Jahre. Basierend auf diesen Zielen werden konkrete Maßnahmen und Projekte vorgeschlagen — etwa zur Stärkung des Wohnumfelds und der Freiräume, zur Verbesserung der Verkehrs- und Mobilitätsstruktur, zur energetischen und städtebaulichen Sanierung oder zur Sicherung der Daseinsvorsorge.

Die nachhaltige Entwicklung der Stadt Kölleda spielt eine entscheidende Rolle für die Kommunale Wärmeplanung (KWP). Insbesondere die demografische Entwicklung, die zunehmende Urbanisierung und die damit verbundenen Anforderungen an die Infrastruktur sind zentrale Faktoren, die die Planung der Wärmeversorgung maßgeblich beeinflussen.

## 2.3. Entwicklung der Stadt Kölleda

Die Stadt Kölleda liegt im Landkreis Sömmerda in Thüringen und erstreckt sich über eine Fläche von etwa 90 km<sup>2</sup>. Mit dieser Flächengröße gehört Kölleda zu den größeren Städten im Landkreis, obwohl sie mit rund 6.465 Einwohnern (Stand: 31.12.2023) eine vergleichsweise geringe Bevölkerungsdichte aufweist. Kölleda bildet ein wichtiges Zentrum in der Region und ist von einer abwechslungsreichen Landschaft umgeben, die sowohl landwirtschaftlich genutzte Flächen als auch naturnahe Erholungsgebiete umfasst. Die Stadt besteht aus der Kernstadt Kölleda sowie den Ortsteilen Großmonra, Beichlingen, Backleben, Battgendorf, Burgwenden, Dermsdorf, Kiebitzhöhe und Altenbeichlingen.

### Soziodemographische Entwicklung

Die Stadt Kölleda zählt aktuell 6.465 Einwohner. Der schwankende Verlauf der Einwohnerentwicklung Kölledas kann in Abbildung 1 nachvollzogen werden. Die Trendlinie verläuft leicht steigend. Dies kann zu dem Eindruck führen, dass Kölledas Einwohnerzahl wächst. Die plötzlichen Anstiege der Bevölkerungszahlen der letzten Jahre sind jedoch auf die Eingemeindungen von Großmonra mit den Ortsteilen Backleben und Burgwenden Ende des Jahres 2012 sowie Beichlingen und Altenbeichlingen Anfang 2019 zurückzuführen. Dadurch kam es zu einem Bevölkerungsanstieg von 5.294 auf 6.116 Personen bzw. von 5.901 auf 6.348 Einwohner. Werden diese Anstiege subtrahiert, zeigt sich jedoch eine negative Bevölkerungsentwicklung.



Abbildung 1: Bevölkerungsentwicklung Stadt Kölleda von 1994 bis 2023 (Quelle: TLS 2024, Grafik: DSK)

Dieser Trend ist ebenfalls für den Landkreis Sömmerda sowie Thüringen zu erkennen (siehe Abbildung 8) durch Eingemeindungen aus dem Jahre 2011 auf 2012 und von 2018 auf 2019 rausgerechnet, so hat sich die Bevölkerungszahl von Kölleda seit dem Jahre 2000 um 15 % verringert.

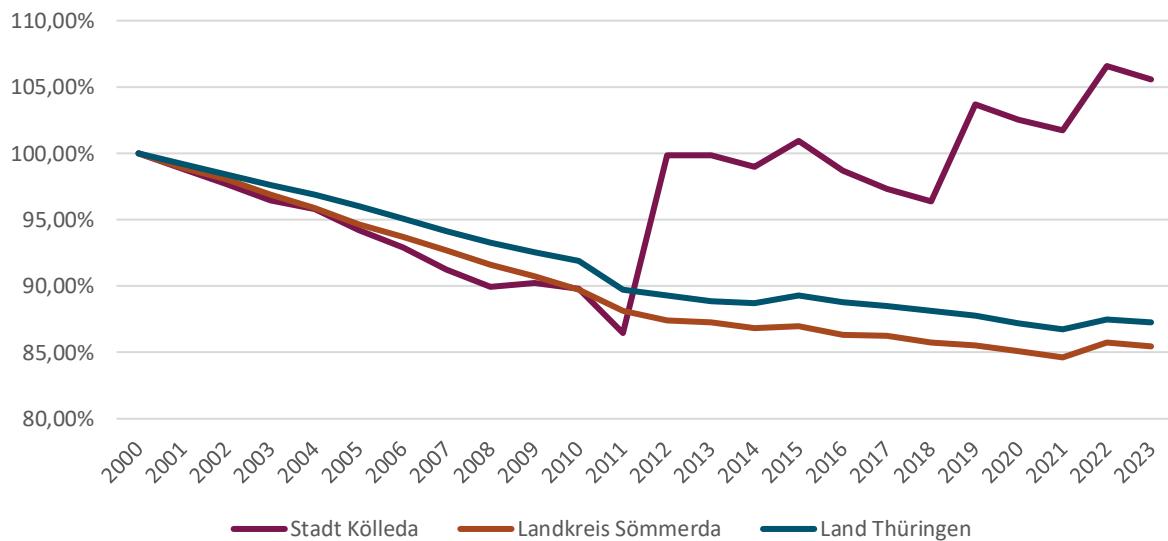


Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung im Vergleich zum Landkreis und Freistaat zwischen 2000 und 2023 (Quelle: TLS 2024, Grafik: DSK)

## Bevölkerungsprognose

Damit die Stadt Kölleda auch in Zukunft gut auf die Anforderungen ihrer Bevölkerung vorbereitet ist, wurde eine Wohnungsbedarfsanalyse in Auftrag gegeben. Die aktuelle Fassung ist auf dem Stand vom 31.01.2023 und beinhaltet sowohl eine Bevölkerungsprognose als auch eine Haushalts- und Wohnungsmarktprognose. Neben der Stadt Kölleda wurden sämtliche Ortsteile betrachtet.

Die verwendeten Daten stammen überwiegend von der 1. Gemeindebevölkerungsvorausberechnung des Thüringer Landesamt für Statistik (TLS) aus dem Jahre 2020. Diese setzt vor allem an dem Sterbeüberschuss und den Wanderungsgewinnen der letzten Jahre an.

Die Bevölkerungsprognose gibt eine Einschätzung des Anteils an Personen einer bestimmten Altersspanne an. Wie in Abbildung 3 zu sehen ist, soll der Anteil der über 65-Jährigen bis zum Jahre 2035 um ca. 300 Personen steigen. Alle weiteren Altersgruppen werden einen Rückgang verzeichnen. Generell sieht die Bevölkerungsprognose ein Schrumpfen der Einwohnerentwicklung voraus. Im Jahre 2025 wird eine Einwohnerzahl von ca. 6.000 prognostiziert, die sich im Jahre 2030 auf ca. 5.800 und anschließend auf knapp 5.700 in 2035 verkleinern wird.

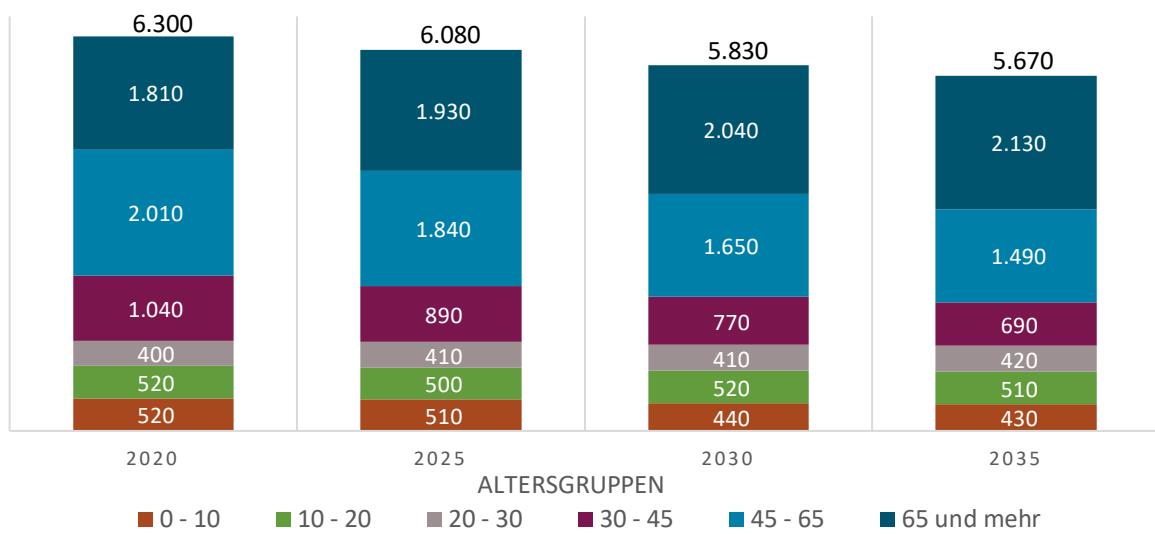


Abbildung 3: Prognose Bevölkerungsentwicklung der Stadt Kölleda in absoluten Zahlen, (Quelle: Stadt Kölleda, Wohnungsbedarfsanalyse, Grafik: DSK)

## Ortsteile und Stadtstruktur

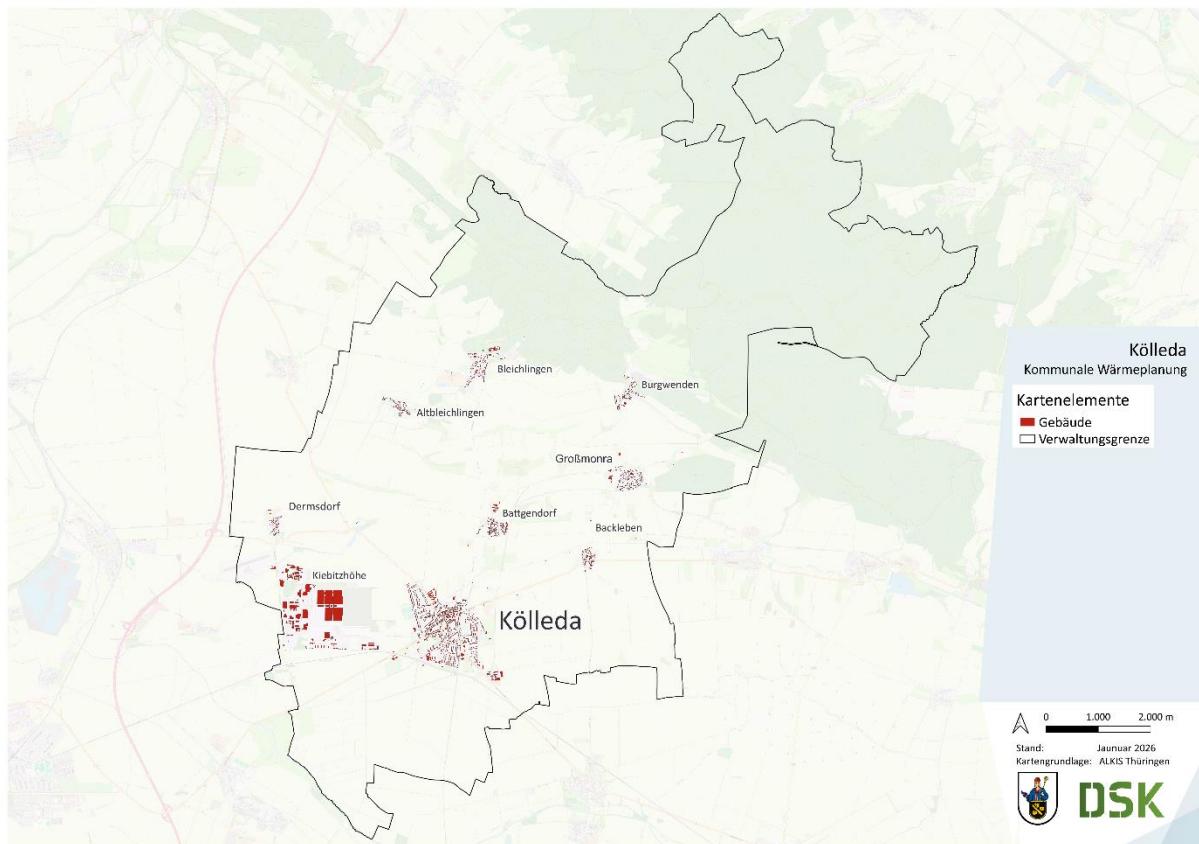


Abbildung 4: Verwaltungsgebiet Kölleda mit Ortsteilen und Gebäuden Quelle: DSK, 2025

Kölleda umfasst neben der Kernstadt (4.307 Einwohner) folgende Ortsteile (Einwohnerzahlen Stand: 22.05.2024):

- Altenbeichlingen: 147 Einwohner
- Backleben: 181 Einwohner
- Battendorf: 197 Einwohner
- Beichlingen: 385 Einwohner
- Burgwenden: 222 Einwohner
- Dermsdorf: 121 Einwohner
- Großmonra: 395 Einwohner
- Kiebitzhöhe: 510 Einwohner

## Wirtschaftsstruktur

Der Anbau von Arznei- und Gewürzkräutern war einst das wichtigste Gewerbe in der Stadt Kölleda. Heute zeichnet sich eine durchmischte Gewerbevielfalt in der Stadt ab.

Der Gewerbepark „An der Weimarschen Straße“ umfasst 8,23 ha und wurde zu DDR-Zeiten eröffnet. Dessen Ausrichtung war auf einen derzeit ansässigen landwirtschaftlichen Großbetrieb ausgerichtet. Der Bebauungsplan wurde 2022 überarbeitet und beschlossen, sodass eine rechtliche und planungssichere Grundlage geschaffen worden ist, die die Errichtung eines Gewerbeparks ermöglicht. Noch heute wird der Geltungsbereich des Bebauungsplans auf Grund des Flächenumfangs und der Gebäudegrößen sowie einer Biogasanlage vom Betriebsgelände der Pflanzenproduktion Kölleda GmbH dominiert. Derweil gibt es auf dem Gewerbegelände private Gewerbetreibende.

Kölleda betreibt das Gewerbe- und Industriegebiet „Kölleda-Kiebitzhöhe“. Es umfasst eine Fläche von 33,75 ha und wurde anhand von vier Bebauungsplänen entwickelt. Zudem gibt es einen weiteren B-Plan Industriegebiet „IG-3“ Sömmerda-Kölleda. Dieser wurde am 27.06.2024 rechtskräftig und ebnet den Weg für weitere Erschließungen in den kommenden Jahren. Heute bietet Kölleda für kleine und mittelständische Unternehmen unterschiedlichster Branchen einen passenden Standort. Aktuell sind insbesondere Unternehmen im Bereich Elektrotechnik und Metallverarbeitung angesiedelt.

Bei der Betrachtung der Statistiken zu den Gewerbesteuereinnahmen der Stadt Kölleda zeichnet sich ein durchweg positiver Trend ab (siehe Abbildung 5). Vom Jahre 2014 bis 2018 sind die Einnahmen durch die Gewerbesteuer stetig und leicht gestiegen. Im Jahre 2019 ist ein Einbruch der Einnahmen festzustellen. Seither sind die Einnahmen steigend. Besonders in den Jahren 2022 und 2023 ist ein starkes Wachstum ersichtlich. Die Gewerbesteuereinnahmen im Jahr 2023 stellen den bisher größten Betrag von 20.201.055 € dar.

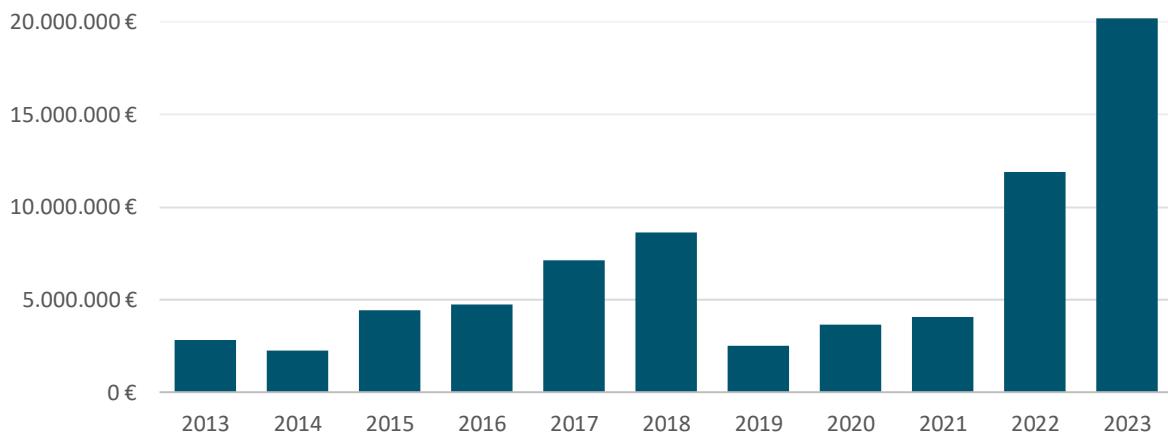


Abbildung 5: Entwicklung der Gewerbesteuereinnahmen (Quelle: Stadt Kölleda, Grafik: DSK)

## Perspektiven und Herausforderungen

Die zweite Fortschreibung des integrierten Stadtentwicklungskonzepts (INSEK) „Kölleda 2035+“ setzt zentrale Ziele für Stadtbild, Wohnen, Mobilität und soziale Infrastruktur. Als Entwicklungsschwerpunkte werden insbesondere die Aufwertung der Innenstadt, der Erhalt einer vielfältigen Wohnstruktur, der Ausbau regenerativer Energieformen sowie die Sicherung zukunftsfähiger Arbeitsplätze benannt. Gleichzeitig bestehen weiterhin Herausforderungen bei der Fachkräftesicherung, der Anpassung an den demografischen Wandel und der gezielten Stärkung der Ortsteile. Für die wirtschaftliche und gesellschaftliche Weiterentwicklung sind attraktive Wohnangebote, eine leistungsfähige Infrastruktur sowie ein vielfältiges kulturelles und soziales Angebot maßgeblich.

Aufgrund der Lage im Einzugsbereich von Erfurt sowie der Anbindung an benachbarte Städte und das Schienennetz verfügt Kölleda grundsätzlich über gute räumliche Voraussetzungen als Wohn- und Arbeitsstandort. Demgegenüber wirken demografische Trends als strukturelle Herausforderung: Ohne die Sondereffekte der Eingemeindungen zeigt sich seit 2000 ein rückläufiger Trend, und die Prognose geht bis 2035 von weiter sinkenden Einwohnerzahlen bei zunehmender Alterung und einer schrumpfenden Erwerbstätigengruppe aus.

Trotz dieser Rahmenbedingungen besitzt Kölleda als ausgewiesenes Grundzentrum mit überörtlichen Funktionen der Daseinsvorsorge sowie des Einzelhandels und der Dienstleistungen eine insgesamt stabile Ausgangsposition für eine nachhaltige demografische und wirtschaftliche Entwicklung. Voraussetzung hierfür sind konsequente Investitionen in Flächenentwicklung und Infrastruktur sowie eine strategische Steuerung der Standortqualitäten.

## 2.4. Gebäudebestand

Im Folgenden werden die vorhanden Gebäudebestände in den Ortsteilen, sowie in der Kernstadt analysiert. Zur Analyse der vorhandenen Gebäudestrukturen wurden die Daten aus Kapitel „Methodik und Datengrundlage“ miteinander verschnitten. In den Abbildungen ist der relevante Teil des Untersuchungsgebietes dargestellt, in dem sich Gebäude befinden. Abbildung 6 ist der Teil des Gebäudebestand dargestellt, der für die Berechnung

des Wärmebedarfs verwendet wurde, dabei wurden 2214 Gebäude mit einer NettoGESCHossfläche von 755.800 m<sup>2</sup> georeferenziert.

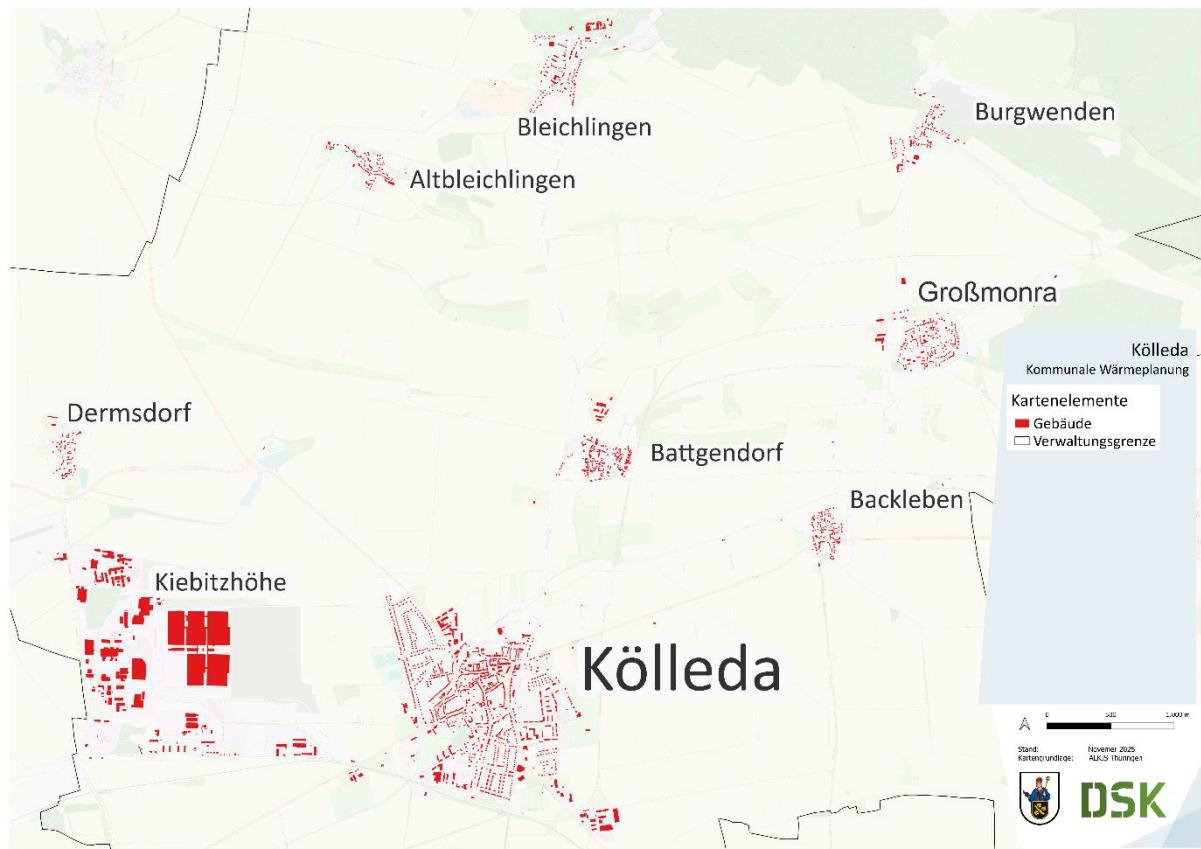


Abbildung 6: Gebäudebestand der Stadt Kölleda, Quelle: DSK, 2025

Die Abbildung 7 zeigt die denkmalgeschützten Gebäude im Stadtgebiet Kölleda. Insgesamt sind 121 Gebäude als Denkmale erfasst. Der Schwerpunkt der Denkmalstandorte liegt im Zentrum der Stadt und konzentriert sich insbesondere im Stadtkern. Die Darstellung verdeutlicht damit die historische Prägung des Zentrums und liefert eine wichtige Grundlage für die Einordnung von Sanierungs- und Entwicklungsmaßnahmen im Bestand.

Im Rahmen der Fortschreibung des INSEK 2030 der Gemeinde Kölleda wurde eine Leerstandserhebung durchgeführt. Diese bezog sich insbesondere auf das Zentrum der Kernstadt Kölleda. Die Ergebnisse der Erhebung sind in Abbildung 8 dargestellt. Aufgrund der räumlichen Eingrenzung der Untersuchung kann daraus jedoch keine ganzheitliche Aussage für das gesamte Stadtgebiet abgeleitet werden.



Abbildung 7: Denkmalgeschützte Gebäude Quelle: DSK, 2025



Abbildung 8: Leerstand Quelle: DSK, 2025

## Typologie

Anlage 2 (zu § 23) WPG Abs.2 Nummer 5

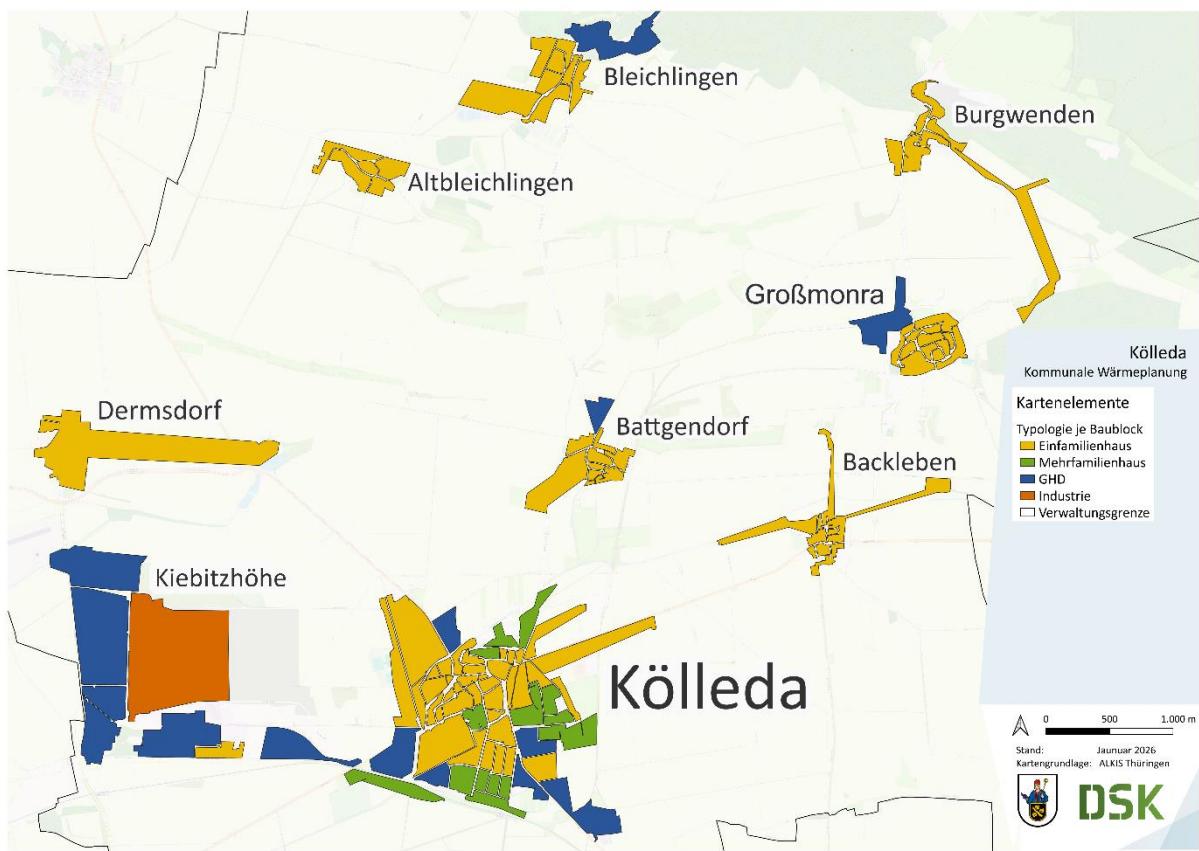


Abbildung 9: Vorwiegender Gebäudetyp in einer baublockbezogenen Darstellung Quelle: DSK, 2025

Die Abbildung 9 zeigt den vorwiegenden Gebäudetyp pro Baublock für das gesamte Gemeindegebiet. Es zeigt sich, dass sich die Kernstadt von den Ortsteilen unterscheidet. Die vorwiegende Gebäudenutzung in der Kernstadt ist deutlich heterogener verteilt. Es gibt neben den Einfamilienhäusern, die auch die Dorfstrukturen dominieren, Mehrfamilienhäuser und viele gewerbliche Fläche. Im westlichen Teil der Stadt befindet sich ein Industriegebiet mit einem hohen Anteil an Gewerbe. Die Verteilung wird in der nachfolgenden Grafik (Abbildung 10) gezeigt. Es zeigt sich, dass Einfamilienhäuser im Untersuchungsgebiet sowohl hinsichtlich der Anzahl als auch der Gebäudefläche deutlich dominieren. Obwohl Gewerbegebäude nur in geringer Zahl vertreten sind, fällt die zugehörige Fläche in diesem Sektor vergleichsweise hoch aus. Noch deutlicher wird dieses Verhältnis bei den Industriegebäuden: Auch hier steht einer geringen Gebäudeanzahl eine überproportional große Flächeninanspruchnahme gegenüber.

Die Kategorisierung der Gebäude erfolgte zum einen auf Grundlage der Datenerfassung für die energetischen Quartierskonzepte und zum anderen auf Basis der ALKIS-Daten. Insbesondere in den ALKIS-Daten kommt es vereinzelt zu fehlerhaften Zuordnungen. Diese wirken sich jedoch nicht wesentlich auf die Aussagefähigkeit des Konzepts aus, da die übergeordneten Strukturen und Flächenanteile weiterhin plausibel abgebildet werden. Die Gebäudefunktionen wurden entsprechend zugeordnet. In Abbildung 11 zeigt sich ein ähnliches Bild, wobei dort keine separate Differenzierung in Einfamilien- und Mehrfamilienhäuser erfolgt. Auch die Anzahl- und Flächenverteilung in Abbildung 12 bestätigt die zuvor beschriebenen Schwerpunkte.

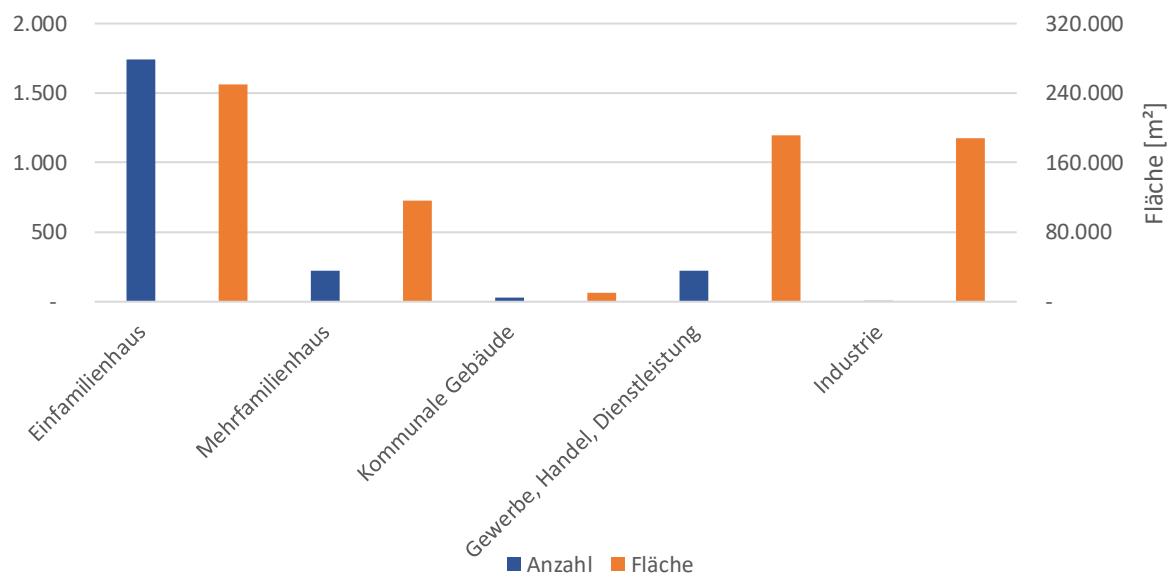


Abbildung 10: Gebäudeanzahl nach Typologie und Fläche im Projektgebiet Quelle: DSK, 2025

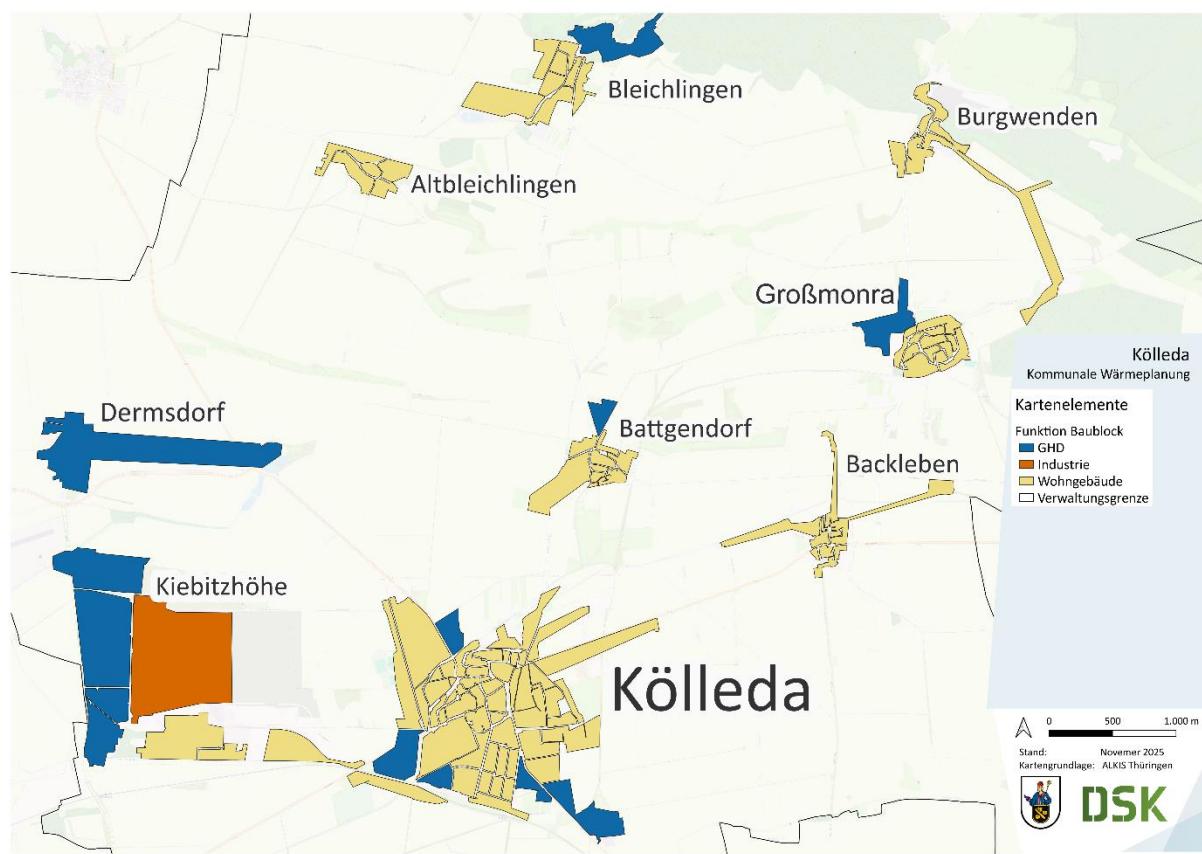


Abbildung 11: Vorwiegende Gebäudefunktion in einer baublockbezogenen Darstellung Quelle: DSK, 2025

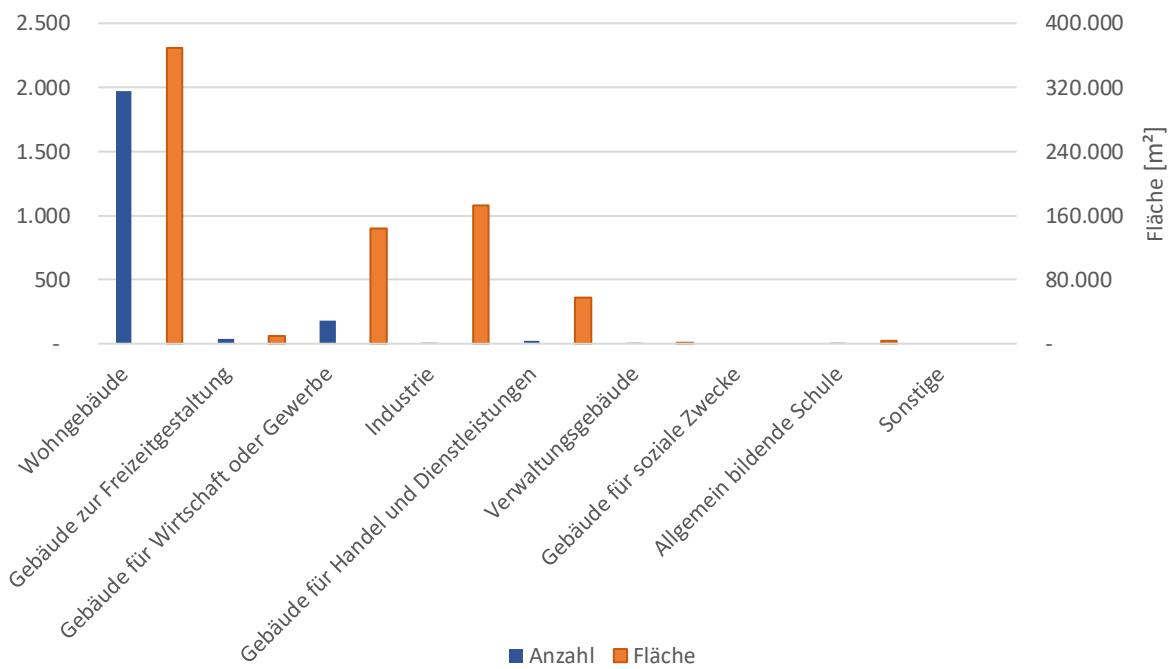


Abbildung 12: Gebäudeanzahl nach Funktion und Fläche im Projektgebiet Quelle: DSK, 2025

## Baulter

Anlage 2 (zu § 23) WPG Abs.2 Nummer 6

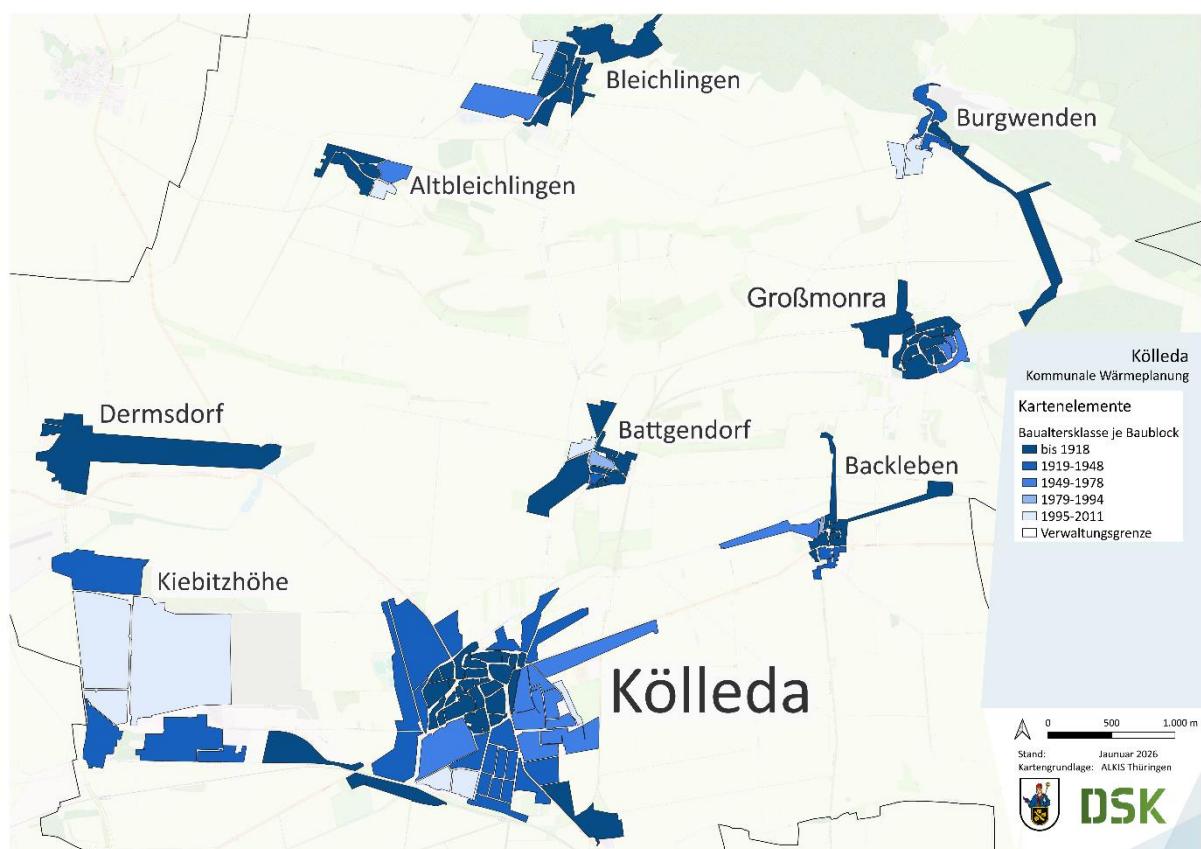


Abbildung 13: Überwiegende, baublockbezogene Darstellung der Baultersklassen im Untersuchungsgebiet Quelle: DSK, 2025

In der Abbildung 13 sind die prägenden Baualtersklassen je Baublock zu sehen. Zusätzlich zu der Abbildung ist noch eine graphische Darstellung, sowie die tabellarische Auflistung der Baualtersklassen dargestellt. Es wird deutlich, dass die prägendste Baualtersklasse nach Anzahl die Baualtersklasse „bis 1918“. Dies ist mit der historischen Geschichte der Stadt zu begründen. Flächenmäßig ist jedoch die Baualtersklasse 1995-2011 am stärksten vertreten, da das Industriegebiet in diese Baualtersklasse eingeteilt wurde.

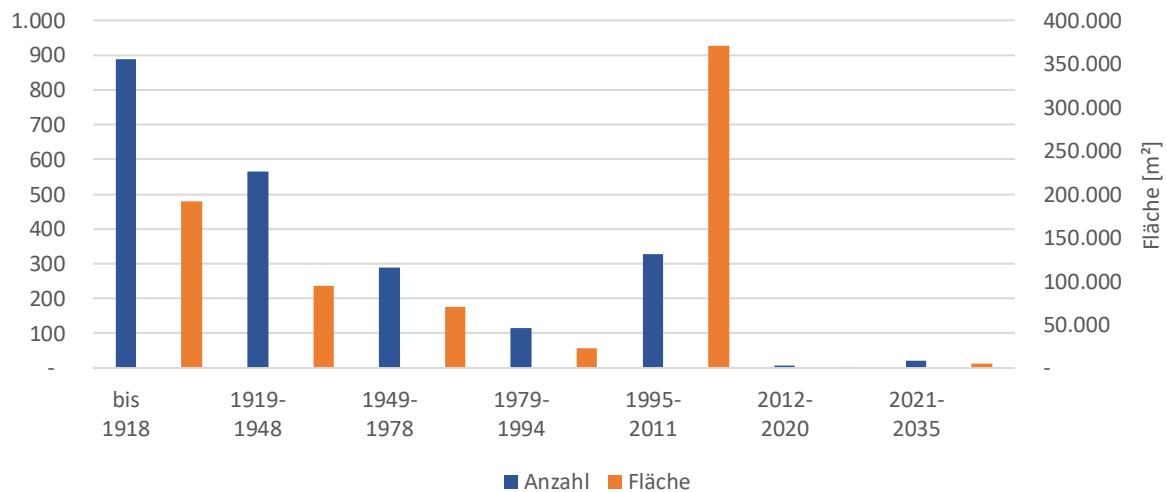


Abbildung 14 Verteilung der Gebäudeanzahl und -fläche nach Baujahren

Tabelle 2: Gebäudeanzahl nach Baualtersklassen und Fläche im Projektgebiet

| Baualtersklasse | Anzahl | Fläche [m <sup>2</sup> ] |
|-----------------|--------|--------------------------|
| bis 1918        | 889    | 191.800                  |
| 1919-1948       | 565    | 94.800                   |
| 1949-1978       | 289    | 69.800                   |
| 1979-1994       | 115    | 22.600                   |
| 1995-2011       | 328    | 370.500                  |
| 2012-2020       | 8      | 1.100                    |
| 2021-2035       | 20     | 5.200                    |
| Gesamt:         | 2214   | 755.800                  |

## 2.5. Energetische Infrastruktur

### Gasnetz

Anlage 2 (zu § 23) WPG Abs.2 Nummer 8 b)

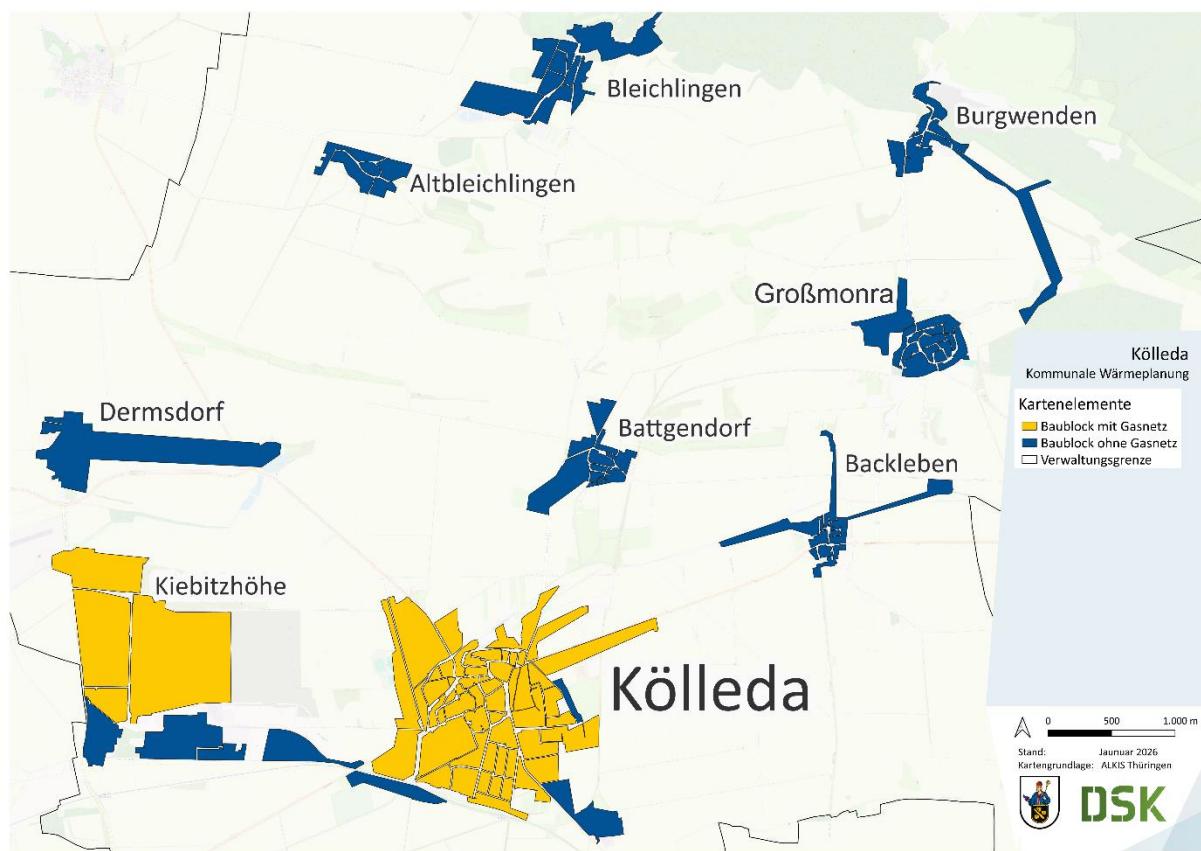


Abbildung 15: Baublockbezogene Darstellung des Erdgasnetzes Quelle: DSK, 2025

Die Kernstadt von Kölleda verfügt über ein flächendeckend ausgebautes Gasverteilnetz (Abbildung 15: Baublockbezogene Darstellung des Erdgasnetzes), welches – mit wenigen Ausnahmen – das gesamte Gebiet der Kernstadt umfasst. Betreiber des Netzes ist die Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG (TEN). Das Gasnetz wird derzeit mit Methan betrieben. Eine Umstellung des bestehenden Gasnetzes oder einzelner Netzabschnitte auf Wasserstoff ist aktuell nicht vorgesehen. Die zukünftige Verfügbarkeit von Wasserstoff – insbesondere in Bezug auf ausreichende Mengen und wirtschaftlich tragfähige Preise – lässt sich derzeit nicht verlässlich abschätzen. Die Möglichkeit, Erdgas anteilig durch Biomethan zu substituieren, stellt jedoch eine relevante Option dar. Biomethan kann über die vorhandene Gasinfrastruktur eingespeist und genutzt werden und gilt – sofern nachhaltig erzeugt – als nahezu klimaneutral. Besonders im Kontext zukünftiger Hybridheizlösungen, bei denen beispielsweise Wärmepumpen mit einem gasbasierten Spitzenlastkessel kombiniert werden, kann Biomethan zur Reduktion der Treibhausgasemissionen beitragen. Damit bietet sich kurzfristig eine machbare Brückelösung, die auf vorhandene Infrastrukturen aufbaut und die Transformation zur klimaneutralen Wärmeversorgung unterstützen kann.

Die Abbildung 16 stellt die Versorgungsanteile für die Energieträger Erdgas und Flüssiggas dar, da diese in der Bilanzierung zusammen erfasst wurden.

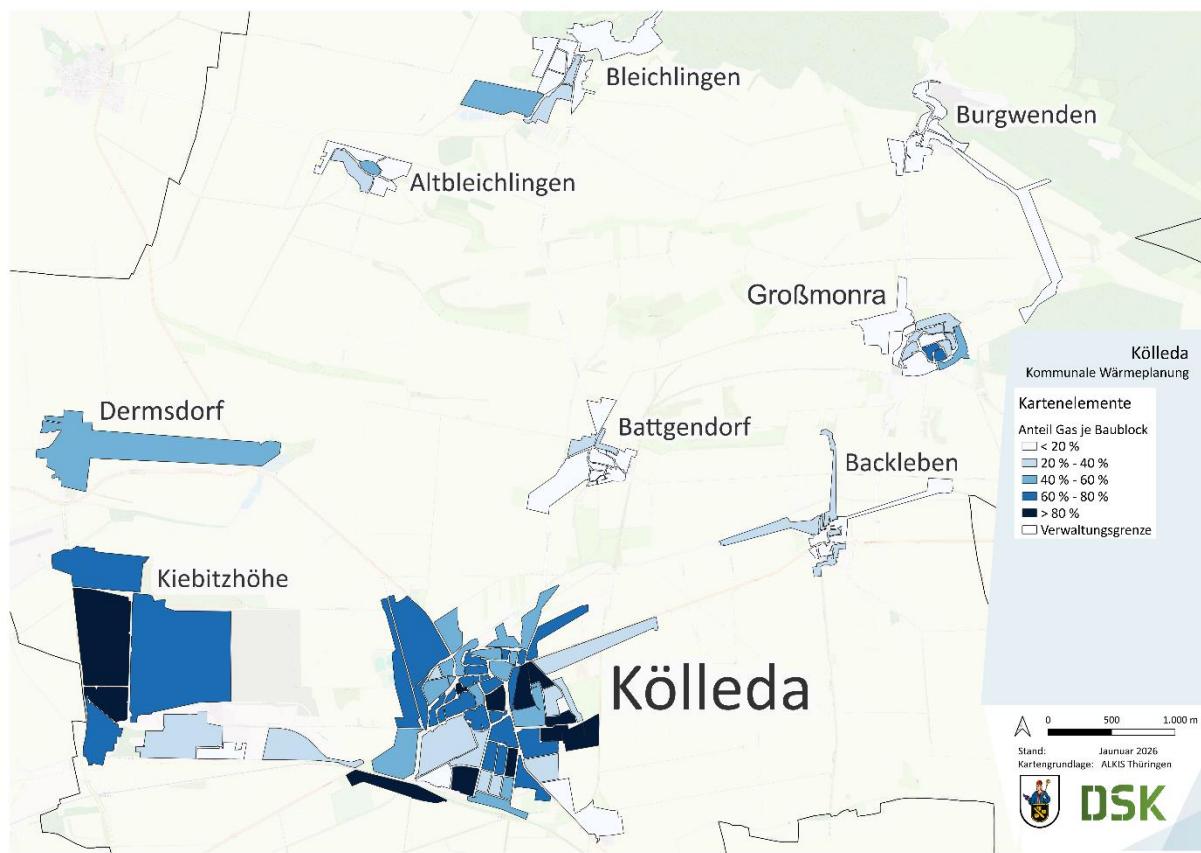


Abbildung 16: Anteil zentraler und dezentraler Wärmeversorgung – Erdgas und Flüssiggas Quelle: DSK, 2025

## Wärmenetze

### Anlage 2 (zu § 23) WPG Abs.2 Nummer 8 a)

Ein Wärmenetz im Sinne des GEG ist ein leitungsgebundenes System zur Wärmeversorgung, das über die Begrenzung eines Gebäudeketzes hinausgeht – also mehr als 16 Gebäude oder mehr als 100 Wohneinheiten versorgt. Der Anschluss an ein solches Wärmenetz erfüllt gemäß § 71b GEG die Anforderungen an die Nutzung eines Anteils von mindestens 65 % erneuerbarer Energien, sofern der Wärmebedarf des Gebäudes vollständig über das Netz gedeckt wird. In diesem Fall ist kein gesonderter rechnerischer Nachweis über die Anteile erneuerbarer Energien erforderlich, sofern das Wärmenetz als ausreichend dekarbonisiert gilt.

In diesem Sinne sind für das beplante Gebiet alle Wärmenetze zu dokumentieren, die der Definition des GEG als Wärmenetz gerecht werden und somit mindestens 16 Gebäude oder 100 Wohneinheiten versorgen.

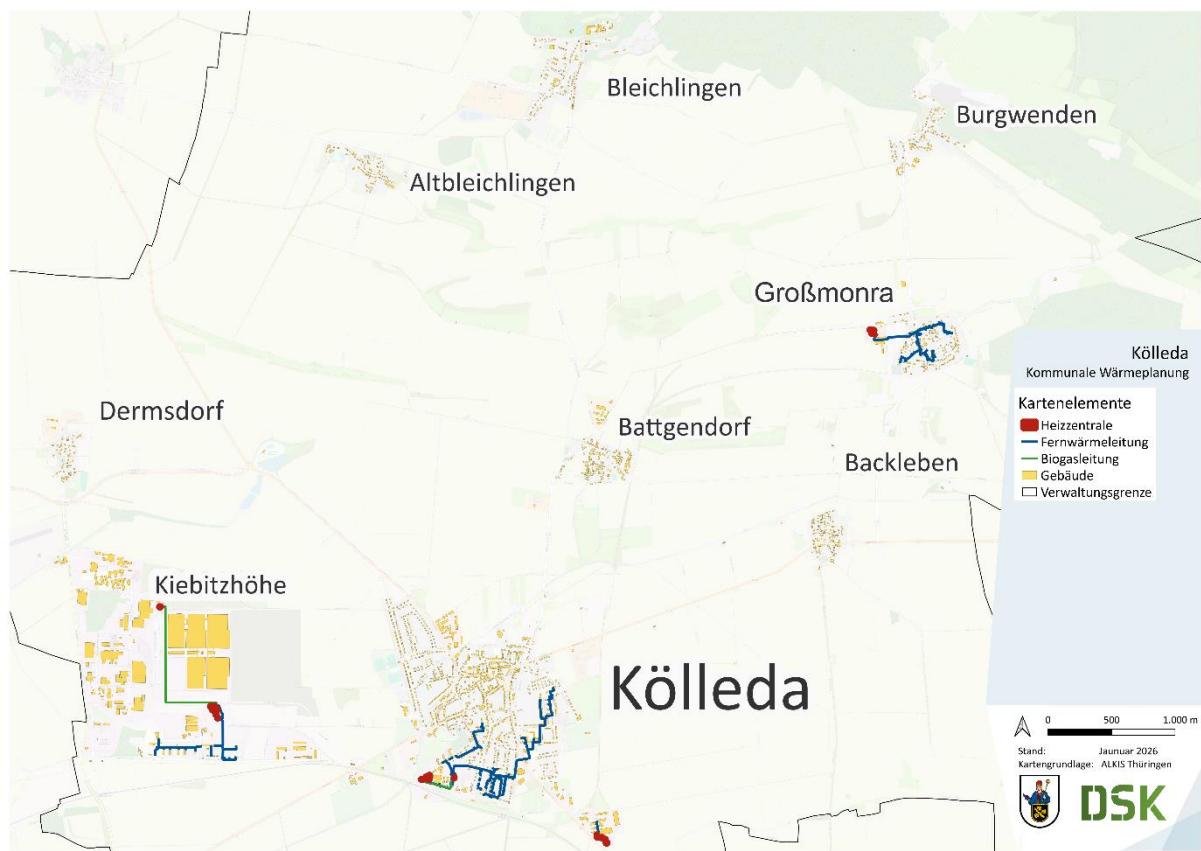


Abbildung 17: Bestehende, geplante und genehmigte Wärmenetze Quelle: DSK, 2025

Neben dem flächendeckend ausgebauten Gasnetz bestehen im Gemeindegebiet vier zentrale Wärmenetze, die durch die Stadtwerke Clausberg GmbH betrieben werden. Diese Netze leisten einen wesentlichen Beitrag zur Wärmeversorgung in den Bereichen Kernstadt, Kiebitzhöhe und Großmonra und stellen damit eine zentrale Infrastruktur im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung dar. In allen Netzen wird Wasser als Wärmeträger eingesetzt.

In der Abbildung 18 sind die jeweiligen Anteile am Baublockbezogenen Energieverbrauch dargestellt. Dabei werden teilweise Versorgungsanteile von über 60 % je Baublock erreicht.

Im Hinblick auf die Fragestellung, ob die Biogasanlage künftig einen Beitrag zur Wärmeversorgung des Quartiers oder darüber hinaus zur Versorgung des gesamten Gemeindegebietes leisten kann, wurde der Betreiber der Biogasanlage schriftlich kontaktiert. Daten zur jährlichen Rohbiogasproduktion wurden jedoch nicht bereitgestellt. Grundlegende Angaben zum Wärmenetz wurden durch die Kölleda Wohnungswirtschaft (WWG) übermittelt. Verbrauchsdaten zu den Wärmenetzen an der Kiebitzhöhe und in Großmonra, die durch die Clausberg GmbH betrieben und versorgt werden, lagen hingegen nicht vor. Die nachfolgend dargestellten Anlagendaten basieren daher auf dem Marktstammdatenregister.

Das Wärmenetz, das im Wesentlichen das Bahnhofsviertel sowie Teile des Wilhelm-Pieck-Rings versorgt, umfasst etwa 56 angeschlossene Gebäude. Es befindet sich im Eigentum der Kölleda Wohnungswirtschaft (WWG). Die

Wärmeerzeugung erfolgt durch die Clausberg GmbH, die zum Zeitpunkt der Konzepterstellung auch für den technischen Betrieb des Netzes zuständig ist.

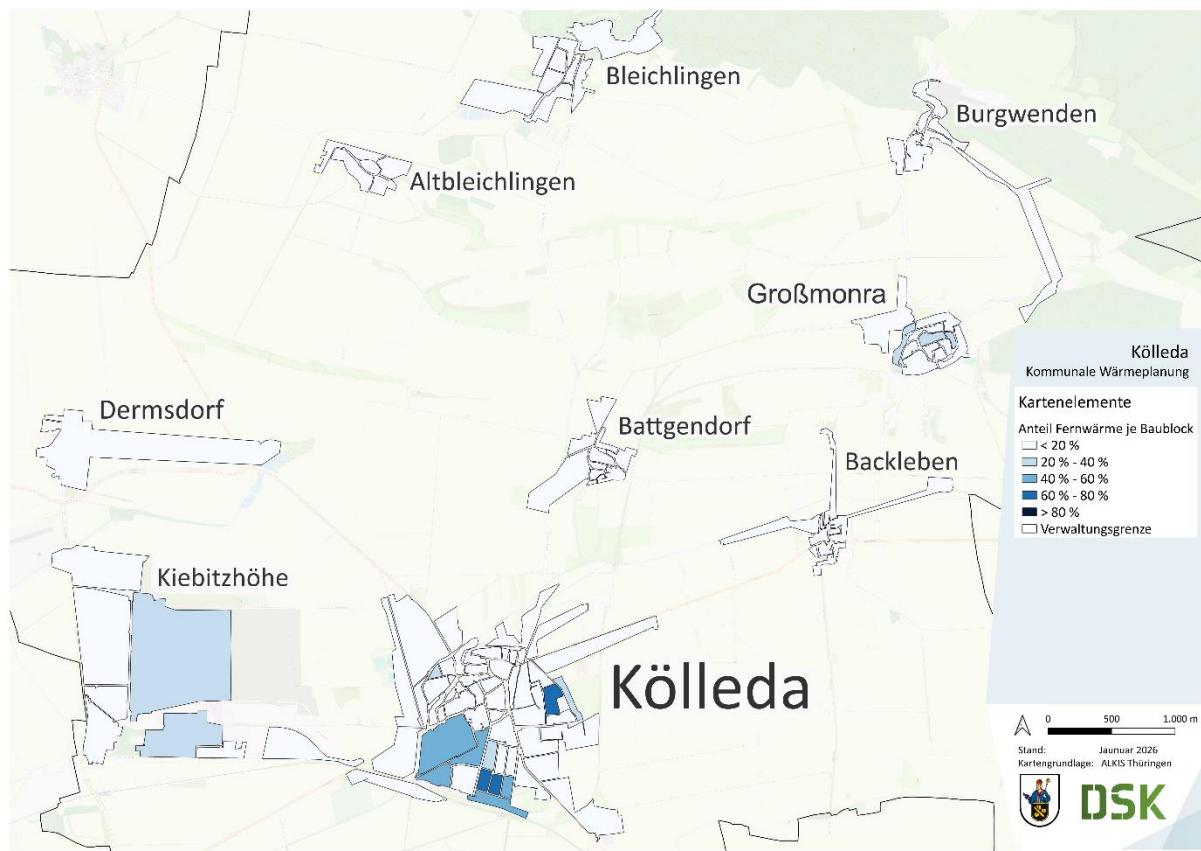


Abbildung 18: Anteil zentraler Wärmeversorgung – Fernwärme Quelle: DSK, 2025

Die Wärme wird überwiegend aus betriebseigenem Biogas in BHKW-Anlagen bereitgestellt (Grundlast). Zur Deckung der Spitzenlast sowie zur Absicherung des Betriebs stehen zwei Erdgaskessel sowie ein Heizölkessel für den Notfall zur Verfügung. Die Wärmeerzeugungsanlagen sind am Standort Bahnhof Kölleda verortet. Die Anlage wurde erstmals 2006 in Betrieb genommen; 2011 wurde eine zweite BHKW-Einheit ergänzt. Die elektrische Anschlussleistung der beiden BHKW (Baujahr 2019) beträgt zusammen 1.250 kW, bei einer thermischen Leistung von 1.432 kW. Die installierte Leistung der Spitzenlastkessel beträgt 6.800 kW. Im Jahr 2023 wurden im innerstädtischen Wärmenetz insgesamt 8.500 MWh/a Wärme erzeugt. An die angeschlossenen Kunden wurden davon 4.640 MWh/a abgegeben. Daraus ergeben sich rechnerische Netzverluste von rund 45 %.

Eine weitere Biogasanlage befindet sich im südöstlichen Teil der Stadt Kölleda; dort ist ebenfalls ein kleines Wärmenetz vorhanden. Das BHKW wurde 2008 in Betrieb genommen und weist eine thermische Nutzleistung von 692 kW sowie eine elektrische Leistung von 625 kW auf. Es besteht die Überlegung die beiden Netze miteinander zu verbinden und weiter auszubauen.

Die Biogasanlage in der Kiebitzhöhe wurde 2006 erstmals in Betrieb genommen. Die zugehörigen BHKW-Anlagen stammen aus dem Jahr 2019 und weisen eine thermische Nutzleistung von 1.382 kW sowie eine elektrische Leistung von 1.250 kW auf. Zusätzlich versorgt ein Satelliten-BHKW das Industriegebiet mit Wärme (thermische

Nutzleistung 692 kW, elektrische Leistung 625 kW). Neben der Biogaseinheit kommt ein Holzhackschnitzel-Spitzenkessel zum Einsatz.

Die Biogasanlage in Großmonra wurde 2008 erstmals in Betrieb genommen. Das derzeitige BHKW (Baujahr 2019) verfügt über eine thermische Nutzleistung von 692 kW und eine elektrische Leistung von 625 kW.

## Großverbraucher

Anlage 2 (zu § 23) WPG Abs.2 Nummer 7

Letztverbraucher nach § 7 Absatz 3 Nummer 3

Zur Analyse der Letztverbraucher wurden gewerbliche und industrielle Kunden erfasst. Diese Kategorie umfasst energieintensive Betriebe, die durch ihren hohen Wärmebedarf eine besondere Relevanz für die künftige Ausgestaltung der Wärmeinfrastruktur besitzen. Für das Gebiet von Kölleda wurde eine entsprechende Auswertung durchgeführt, bei der gewerbliche und kommunale Großverbraucher sowie Gebäude der Wohnungsbaugesellschaften identifiziert und kartografisch verortet wurden.

Die Ergebnisse zeigen keine deutliche räumliche Konzentration dieser Abnehmer in Kölleda. Insbesondere in den äußeren Teilen der Kernstadt und im Ortsteil Kiebitzhöhe gibt es eine hohe Konzentration an Ankerkunden.

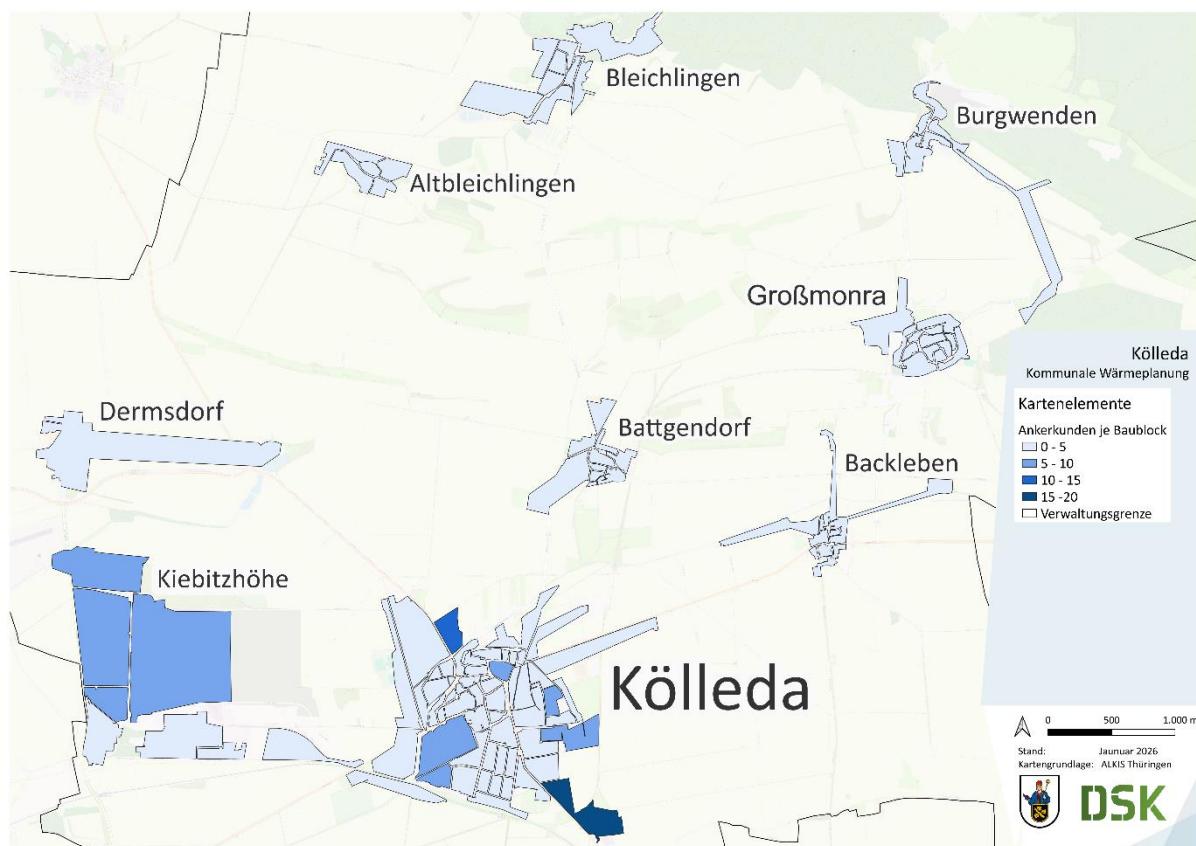


Abbildung 19: Ankerkunden in den Ortsteilen Quelle: DSK, 2025

## Dezentrale Wärmeerzeuger - Heizöl

### Anlage 2 (zu § 23) WPG Abs.2 Nummer 4

Neben der Versorgung über zentrale Wärmenetze und das Gasnetz wird ein Anteil von etwa 35 % des gesamten Wärmebedarfs im Stadtgebiet durch dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen gedeckt. Zu diesen Anlagen zählen unter anderem Biomassekessel, Heizstrom, Wärmepumpensysteme, sowie Kohle und Heizöl. Sonstige Biomasse spielt eine untergeordnete Rolle und wird deshalb nicht gesondert ausgewertet.

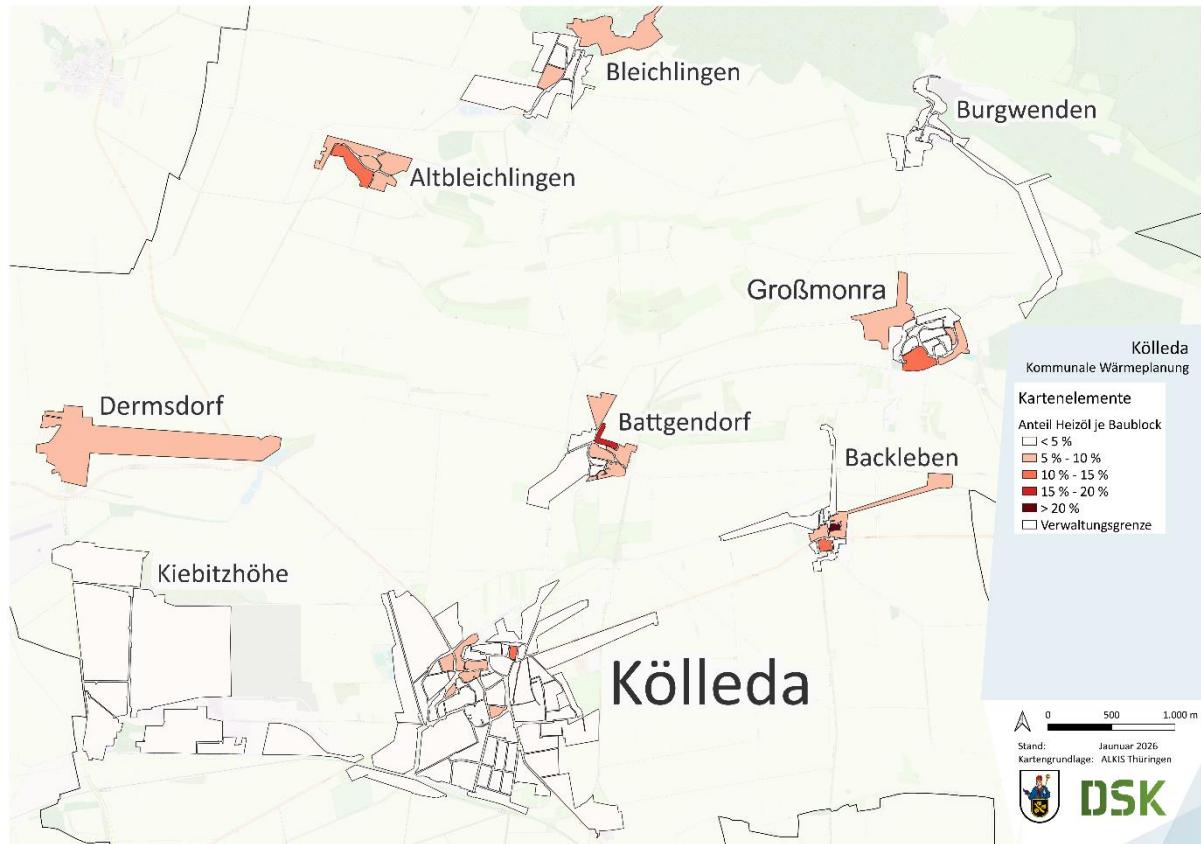


Abbildung 20: Anteil dezentrale Wärmeerzeuger – Heizöl Quelle: DSK, 2025

Die Abbildung 20 zeigt die Verteilung des Energieträgers Heizöl über alle Baublöcke im Planungsgebiet. Es wird deutlich, dass Heizöl in der Kernstadt von Kölleda eine untergeordnete Rolle spielt. In den Gemeindeteilen um die Kernstadt herum, wird der Energieträger häufiger verwendet. Die gesamte Aufteilung mit den prägenden Energieträgern findet sich im Lauf des Kapitels. Durch Heizöl werden mit 10.300 MWh/a knapp 11 % des Wärmebedarfs im Betrachtungsgebiet erzeugt. Laut Schornsteinfegerdaten beträgt die Nennwärmeleistung für Heizölkessel im Untersuchungsgebiet 11.540 kW. Für die Berechnungen des Wärmeverbrauchs wurden 800 Vollbenutzungsstunden angesetzt. Abweichungen kommen insbesondere aufgrund von Datenlücken zustande, die mithilfe der Berechnung von Zensusdaten ausgeglichen wurden.

## Dezentrale Wärmeerzeuger – Kohle

### Anlage 2 (zu § 23) WPG Abs.2 Nummer 4

In Abbildung 21: Anteil dezentrale Wärmeerzeuger – Kohle ist der Anteil von Kohle als dezentraler Wärmeerzeuger zu erkennen. In einigen Baublöcken wird der Energieträger Kohle bis zu 15 % verwendet. Durch Kohle werden mit 2.000 MWh/a knapp 2 % des Wärmebedarfs im Betrachtungsgebiet erzeugt. Laut Schornsteinfegerdaten beträgt die Nennwärmleistung für Kohlekessel im Untersuchungsgebiet 930 kW. Für die Brechungen des Wärmeverbrauchs wurden 800 Vollbenutzungsstunden angesetzt. Abweichungen kommen insbesondere aufgrund von Datenlücken zustande, die mithilfe der Berechnung von Zensusdaten ausgeglichen wurden.

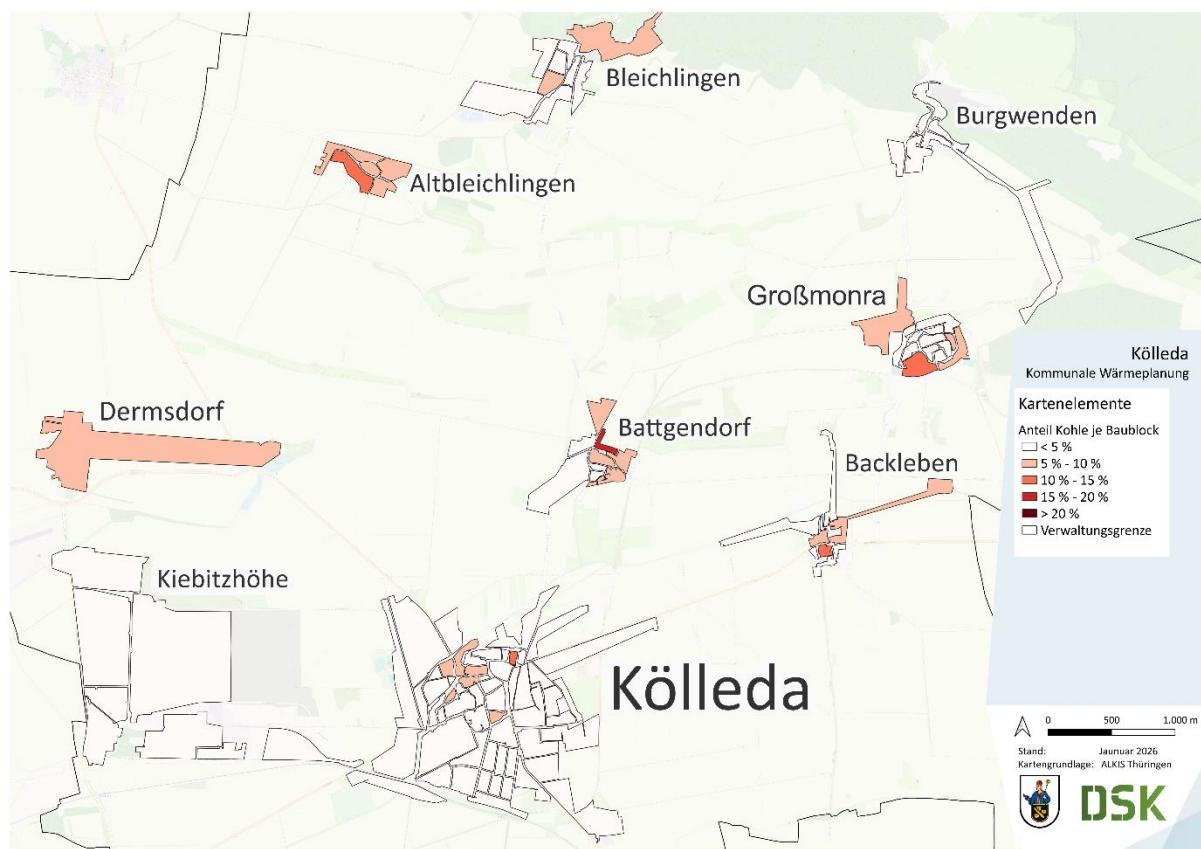


Abbildung 21: Anteil dezentrale Wärmeerzeuger – Kohle Quelle: DSK, 2025

## Dezentrale Wärmeerzeuger - Holzbrennstoffe

### Anlage 2 (zu § 23) WPG Abs.2 Nummer 4

Der Energieträger „Holz“ spielt in vielen Baublöcken eine unterstützende Rolle zu den etablierten. Die Ortsteile nutzen den Energieträger jedoch deutlich intensiver als die Kernstadt.

Durch Holz werden mit 8.300 MWh/a in etwa 9 % des Wärmebedarfs im Betrachtungsgebiet erzeugt. Laut Schornsteinfegerdaten beträgt die Nennwärmleistung für Holzkessel im Untersuchungsgebiet 12.500 kW.

Für die Brechungen des Wärmebedarfs wurden 400 Vollbenutzungsstunden angesetzt, da viele Kaminöfen nur selten genutzt werden. Auch hier kommen die Abweichungen insbesondere aufgrund von Datenlücken zustande, die mithilfe der Berechnung von Zensusdaten ausgeglichen wurden.

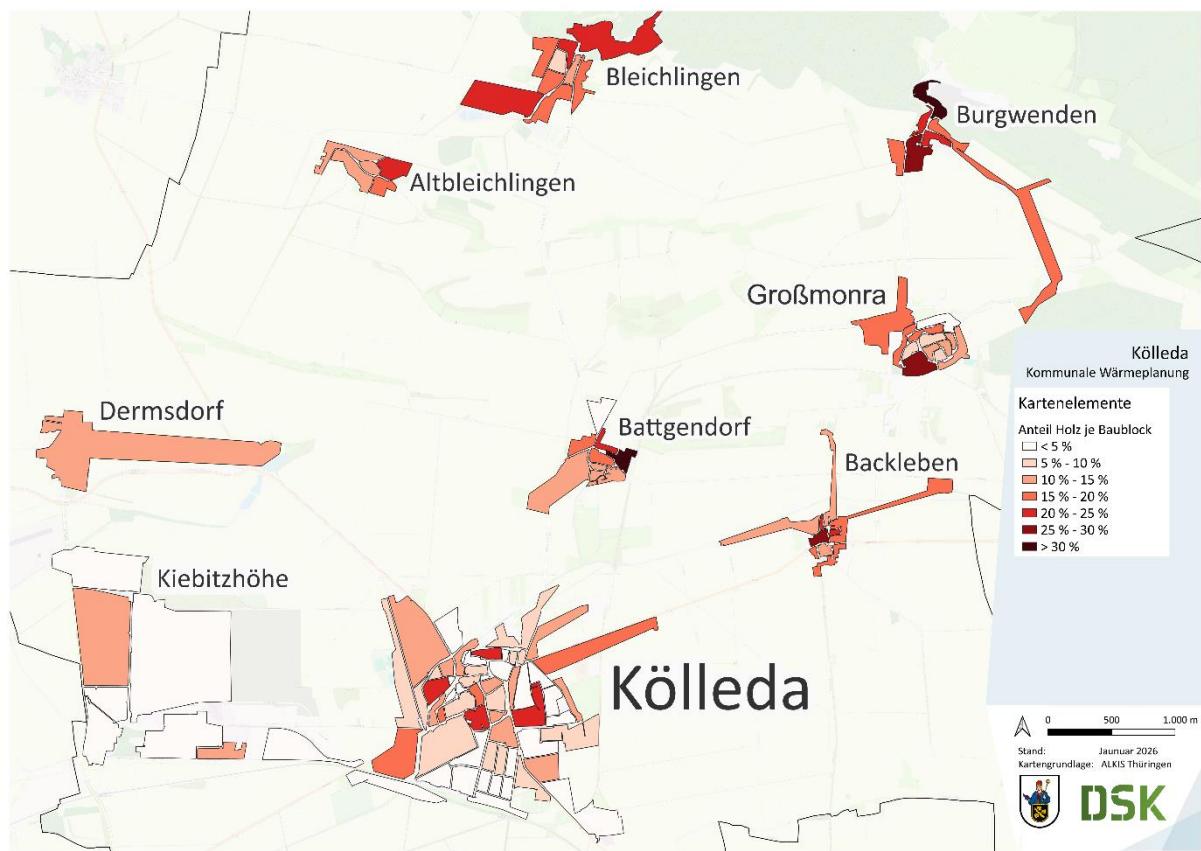


Abbildung 22: Anzahl baublockbezogener Versorgung durch den Energieträger Holzbrennstoffe Quelle: DSK, 2025

### Dezentrale Wärmeerzeuger – Strom für Heizzwecke und Warmwasser

#### Anlage 2 (zu § 23) WPG Abs.2 Nummer 4

Heizstrom wurde von der Netzbetreiberin TEN auf straßenebene erhoben. Diese Verteilung wurde auf die jeweiligen Gebäude verteilt. Die Zusammenfassung auf Baublockebene ist in der Abbildung 23 zu sehen. Dabei wurde insgesamt 3.700 MWh/a (4 %) Heizstrom für die Wärmeerzeugung verwendet. Zudem wurde von der Netzbetreiberin der Stromverbrauch für Wärmepumpen auf Gemeindeebene bereitgestellt. Insgesamt wurden 1.000 MWh/a für Wärmepumpen verwendet und bei einem angenommenen COP von 3 wurden somit 2.000 MWh/a (2%) Umweltwärme genutzt. Somit gehen ca. 5.700 MWh/a des Wärmebedarfs auf den Energieträger Strom zurück.

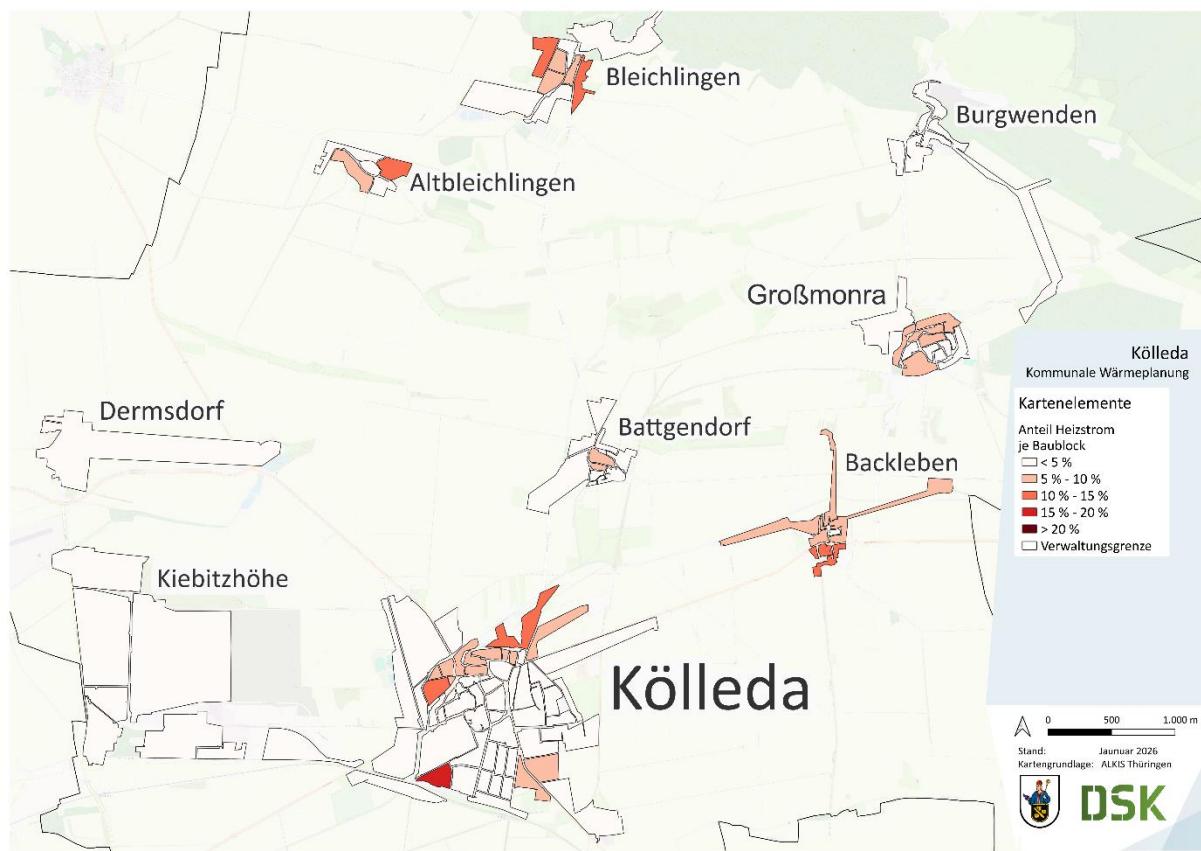


Abbildung 23: Anteil dezentrale Wärmeerzeuger – Heizstrom Quelle: DSK, 2025

## Stromnetz

Die Stadt Kölleda und ihre Ortsteile werden über das 110-kV-Umspannwerk „Kölleda“ und nachgelagerte Mittelspannungssysteme versorgt. Das Umspannwerk liegt am westlichen Rand des Industriegebietes an der Johann-Mannhardt-Straße und bedient sowohl das Landnetz der umliegenden Ortschaften als auch die Kernstadt und das IG Kölleda. Aktuell stehen am Umspannwerk rund 15 MW freie Anschlusskapazität zur Verfügung. Gemäß Netzausbauplan 2024 wird bis 2045 ein zusätzlicher gleichzeitiger Leistungsbedarf von etwa 17 MW für Elektromobilität und Wärmebereitstellung erwartet; für die Kernstadt wird ein Lastanstieg von rund 9 MW prognostiziert (aus 7 MW installierter Leistung Wärmepumpen und 8,5 MW installierter Leistung Elektromobilität). Zusätzliche Bedarfe aus einer möglichen Elektrifizierung von Produktionsprozessen in Gewerbe und Industrie sind darin noch nicht berücksichtigt.

Kurzfristig sind die Erweiterung der Mittelspannungsschaltanlage, der Anschluss weiterer EE-Anlagen sowie die Vorverlegung von Mittelspannungskabelsystemen in Richtung IG 3 vorgesehen. Perspektivisch kann – abhängig von der tatsächlichen Lastentwicklung und insbesondere den Industrielasten – die Errichtung eines zusätzlichen Umspannwerks erforderlich werden, da eine Erweiterung des bestehenden Standorts flächenbedingt nicht möglich ist. Zur Verteilung der zusätzlichen Leistung sind zudem voraussichtlich umfangreiche Verstärkungen und Neuverlegungen im Mittel- und Niederspannungsnetz sowie zusätzliche Stationen an neuen Lastschwerpunkten nötig; thüringenweit wird hierfür als Richtwert mit ca. 22 % MS-Leitungen, ca. 14 % NS-Leitungen und ca. 40 % Stationen (Verstärkung/Neubau) gerechnet. Damit entsteht auch ein Bedarf an geeigneten Vorhalteflächen für zusätzliche Trafostationen.

Auf Basis der Daten des Integrierten Stadtentwicklungskonzepts Kölleda 2035 wurde im Untersuchungsgebiet ein Stromverbrauch von insgesamt etwa 57.000 MWh/a ermittelt. Laut Angaben des Netzbetreibers wurden dem Gebiet insgesamt rund 93.000 MWh/a erzeugter Strom zugeordnet Abbildung 25. Daraus ergibt sich eine Stromautarkie von 160 %, was bedeutet, dass 60 % mehr Strom erzeugt wird, als im Untersuchungsgebiet verbraucht wird. Diese hohe Zahl resultiert jedoch auch daraus, dass Windkraftanlagen, die außerhalb des Gemeindegebiets liegen, in die Bilanz einbezogen wurden. Ohne die Berücksichtigung der Windenergie liegt die Stromautarkie bei 54 %.

In der Abbildung 25 ist die Aufteilung des Stromverbrauchs nach Kundengruppe dargestellt. Dabei wird deutlich, dass ein Großteil des Stroms dem Gewerbesektor zugeordnet werden konnte.

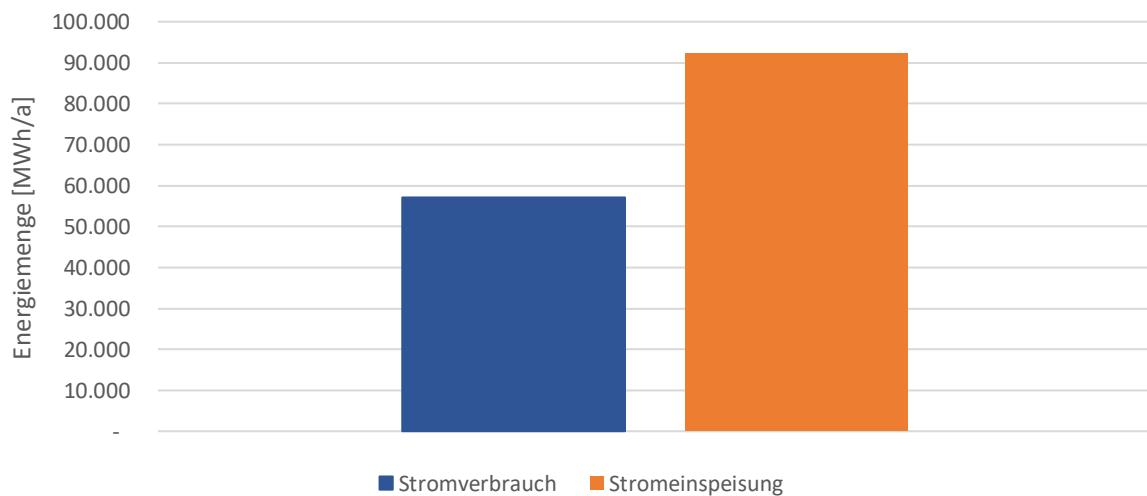


Abbildung 24 Gegenüberstellung Stromverbrauch und Einspeisung

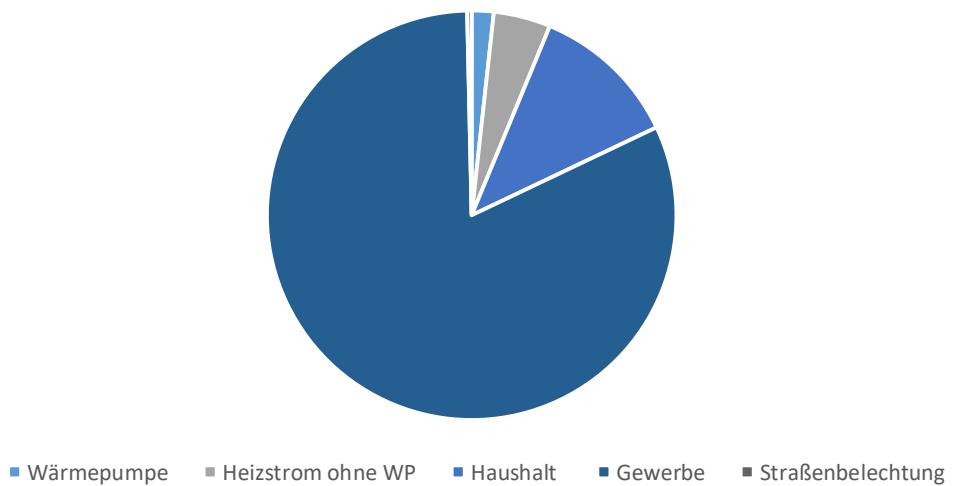


Abbildung 25: Aufteilung des Stromverbrauchs nach Kundengruppe

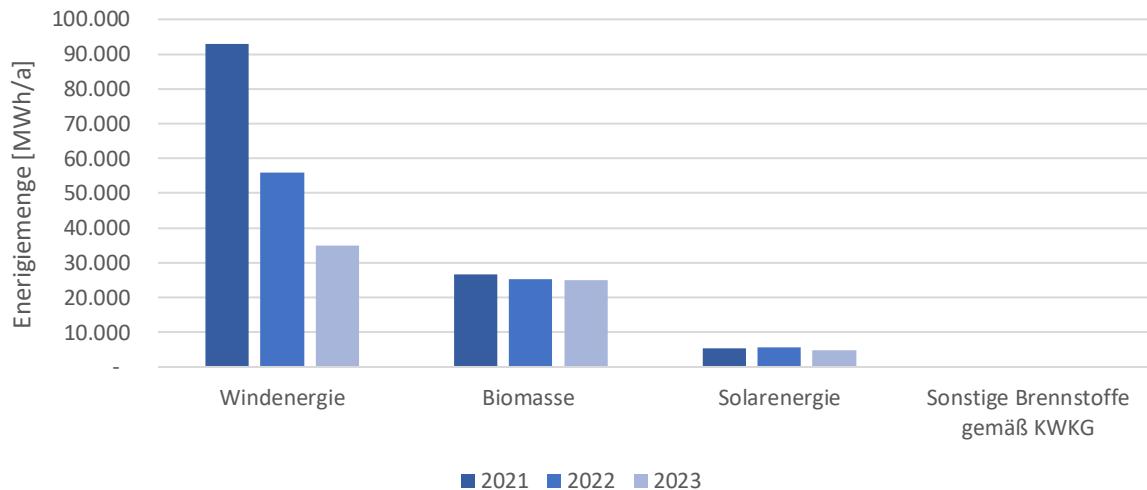


Abbildung 26: Stromerzeugung durch regenerative Energietechnik (Quelle: TEN, DSK)

Die Abbildung 26 zeigt die Verteilung der verschiedenen regenerativen Energietechnologien in Kölleda. Neben der Windenergie, die vor allem im Windpark östlich der Gemeinde erzeugt wird, trägt ein Großteil der Stromerzeugung auch die BHKW-Anlagen bei, die mit Biogas betrieben werden. Dies ermöglicht der Gemeinde nicht nur die Nutzung von Strom, sondern auch einen wesentlichen Anteil an Wärme.

## 2.6. Energetische Bedarfe und Verbräuche

### Bedarf und Verbrauch – Nutzenergie und Endenergie

Energien werden im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung grundsätzlich in **Bedarfe** und **Verbräuche** unterschieden. Der signifikante Unterschied zwischen beiden liegt in ihrer Herleitung und Aussagekraft.

Der **Energiebedarf** beschreibt die theoretisch ermittelte Energiemenge, die erforderlich ist, um einen definierten Nutzungszweck – wie z. B. Raumwärme, Warmwasser oder Prozesswärme – unter standardisierten Rahmenbedingungen zu decken. Er wird auf Basis technischer Gebäude- oder Anlageneigenschaften sowie normierter Randbedingungen berechnet. Der Energiebedarf dient somit als Planungsgröße, die aufzeigt, wie viel Energie bei effizientem Betrieb und normgerechter Nutzung erforderlich wäre.

Im Gegensatz dazu steht der Energieverbrauch, der die tatsächlich gemessene Energiemenge darstellt, die über einen bestimmten Zeitraum genutzt wurde. Er umfasst reale Nutzergewohnheiten, Verluste durch Verteilung oder ineffiziente Anlagentechnik sowie klimatische Einflüsse. Der Verbrauch bildet somit die tatsächliche Energiesituation ab, ist aber durch äußere Faktoren deutlich variabler und nicht direkt mit dem theoretischen Bedarf vergleichbar. Mit den Daten der Energieversorger, der Bezirksschornsteinfeger, sowie Zensus-Daten und Umfragen wurden gemeindeweite Verbrauchskennwerte erzeugt.

**Endenergie** und **Nutzenergie** werden im Rahmen der Energieplanung ebenfalls unterschieden, wobei beide Begriffe unterschiedliche Aspekte der Energieversorgung abbilden.

Die **Endenergie** beschreibt die Energiemenge, die den Endverbrauchern, wie Haushalten oder Betrieben, nach Verlusten durch Übertragung und Verteilung tatsächlich zur Verfügung steht. Sie umfasst die Energiemenge, die

über das Stromnetz, Fernwärmesysteme oder andere Infrastrukturen zu den Endverbrauchern transportiert wird und stellt die für den Verbrauch bereite Energie dar.

Im Gegensatz dazu bezeichnet die **Nutzenergie** die Energiemenge, die tatsächlich für einen spezifischen Anwendungszweck – etwa zur Beheizung von Räumen oder zur Warmwasserbereitung – genutzt wird. Sie berücksichtigt sowohl die Effizienz der Anlagentechnik als auch das tatsächliche Nutzerverhalten. Während die Endenergie die zur Verfügung stehende Energiemenge beschreibt, zeigt die Nutzenergie, wie viel von dieser Energie effizient in den gewünschten Nutzungsbereich übergeht.

Die Abbildung 27 stellt Aufteilung der Endenergie nach Energieträgern in Kölleda. Dabei werden einerseits die Bedarfe und andererseits die Verbräuche dargestellt. Die Darstellung zeigt, dass die Bedarfe insgesamt 78.000 MWh/a betragen und die Verbräuche insgesamt ca. 93.000 MWh/a. Somit ergibt sich eine Abweichung von 15.000 MWh/a (17 %). Insgesamt sind die Bedarfswerte für die jeweiligen Energieträger sehr ähnlich, sodass die Zensusdaten die als Raster vorliegen gut auf Gebäude aufgeteilt wurden. Dies größte Abweichung besteht im für den Energieträger Gas.

In der Abbildung 29 ist die Aufteilung der Nutzenergie nach Nutzzwecken in Kölleda dargestellt. Auch hier wird wieder in Nutzenergie und Endenergie unterschieden. Dabei wurde auf die Aufteilung der Nutzzwecke auf Grundlage des BMWK-Leitfadens vorgenommen. Der Nutzenergiebedarf beträgt insgesamt 74.000 MWh/a und der Nutzenergieverbrauch 83.000 MWh/a. Heizenergie stellt im Untersuchungsgebiet den größten Anteil dar.

Die Heizenergieverbräuche werden im Kapitel 3.1 für die Sanierungsszenarien verwendet.

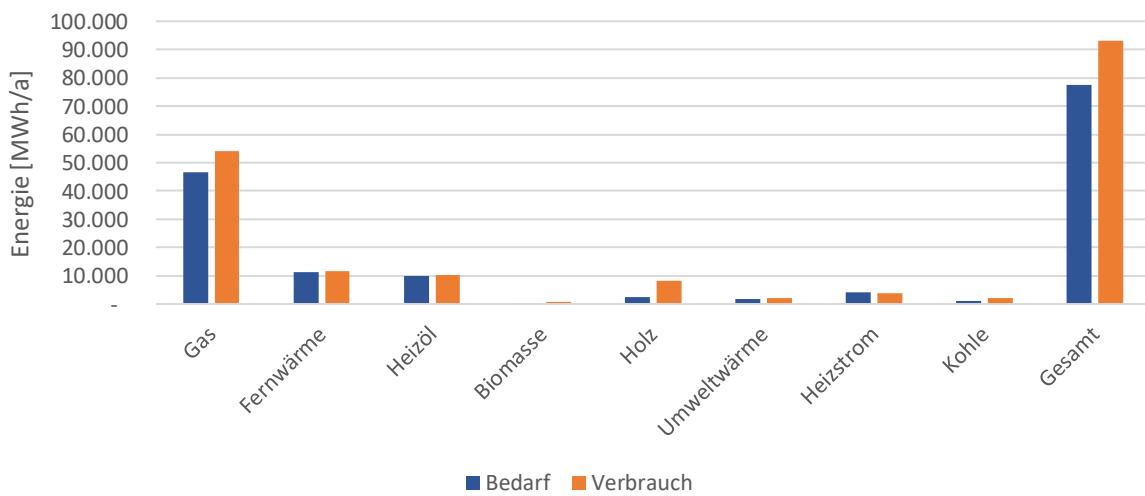


Abbildung 27: Aufteilung der Endenergie nach Energieträgern in Kölleda

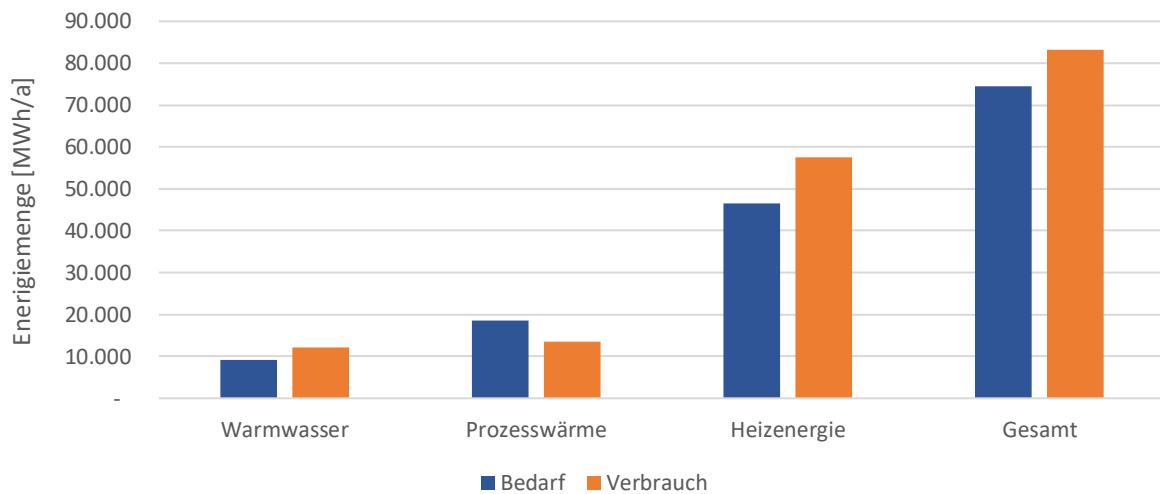


Abbildung 28: Aufteilung der Nutzenergie nach Nutzungszwecken in Kölleda

## Wärmeflächendichte

Anlage 2 (zu § 23) WPG Abs.2 Nummer 1

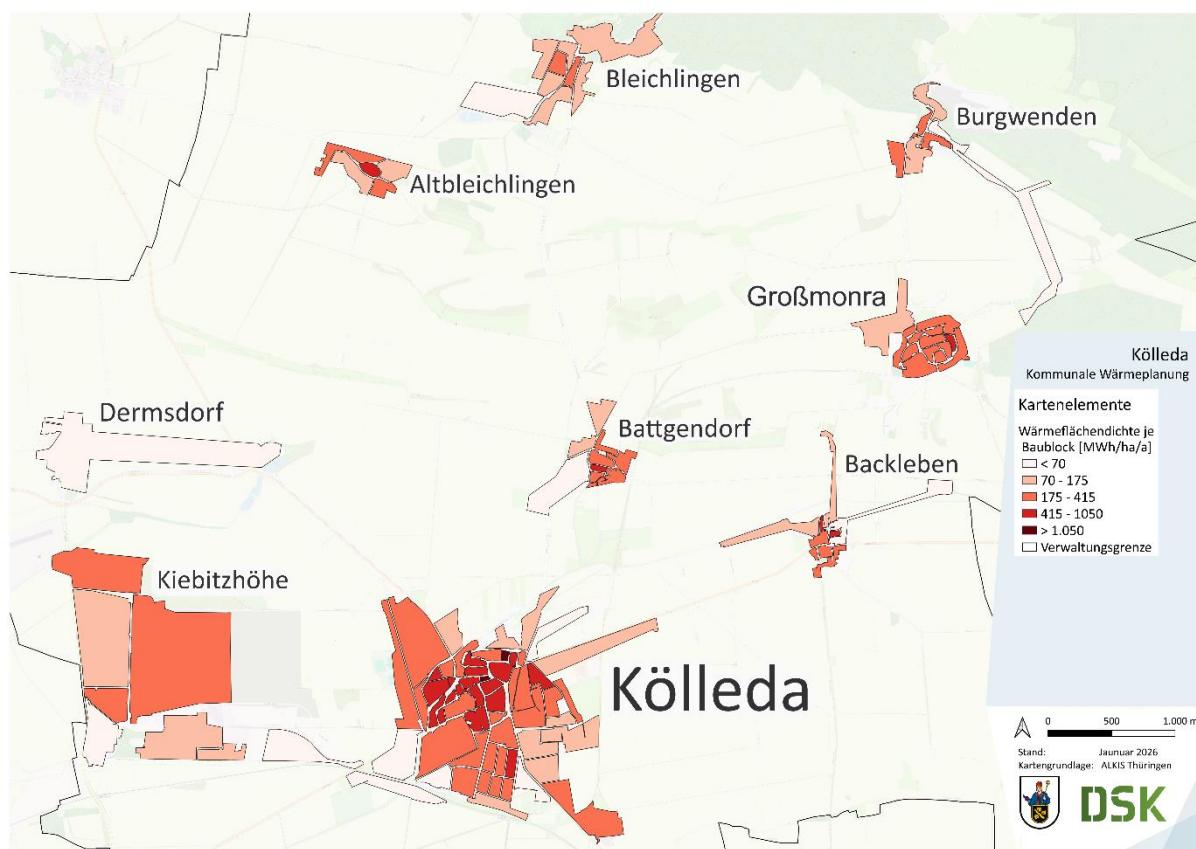


Abbildung 29: Wärmeflächendichte [Megawattstunde Pro Jahr und Hektar] Quelle: DSK, 2025

In Abbildung 29 ist die Wärmeflächendichte je Hektar zu erkennen. Diese Dichte ermittelt den Wärmeverbrauch je Hektar. Aus der Abbildung geht hervor, dass die Dichte in der Kernstadt Kölledas am höchsten ist, während in den Ortschaften eine geringere Dichte herrscht.

Die Werte, die in der Legende zu erkennen sind, können auch ergänzend in Potenziale übermittelt werden.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmeflächendichte auf Grundlage des Leitfadens vom BMWK 2024.

Tabelle 3 Eignung von Flächen für die Errichtung von Wärmenetzen basierend auf der Wärmedichte

| Wärmedichte [MWh/ha/a] | Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen |
|------------------------|---------------------------------------------------------|
| 0 – 70                 | Kein technisches Potenzial                              |
| 70 – 175               | Empfehlung von Wärmenetzen in Neubaugebieten            |
| 175 – 415              | Empfohlen für Niedertemperaturnetze im Bestand          |
| 415 – 1.050            | Richtwert für konventionelle Wärmenetze im Bestand      |
| > 1.050                | Sehr hohe Wärmenetzeignung                              |

## Wärmeliniendichte

Anlage 2 (zu § 23) WPG Abs.2 Nummer 2

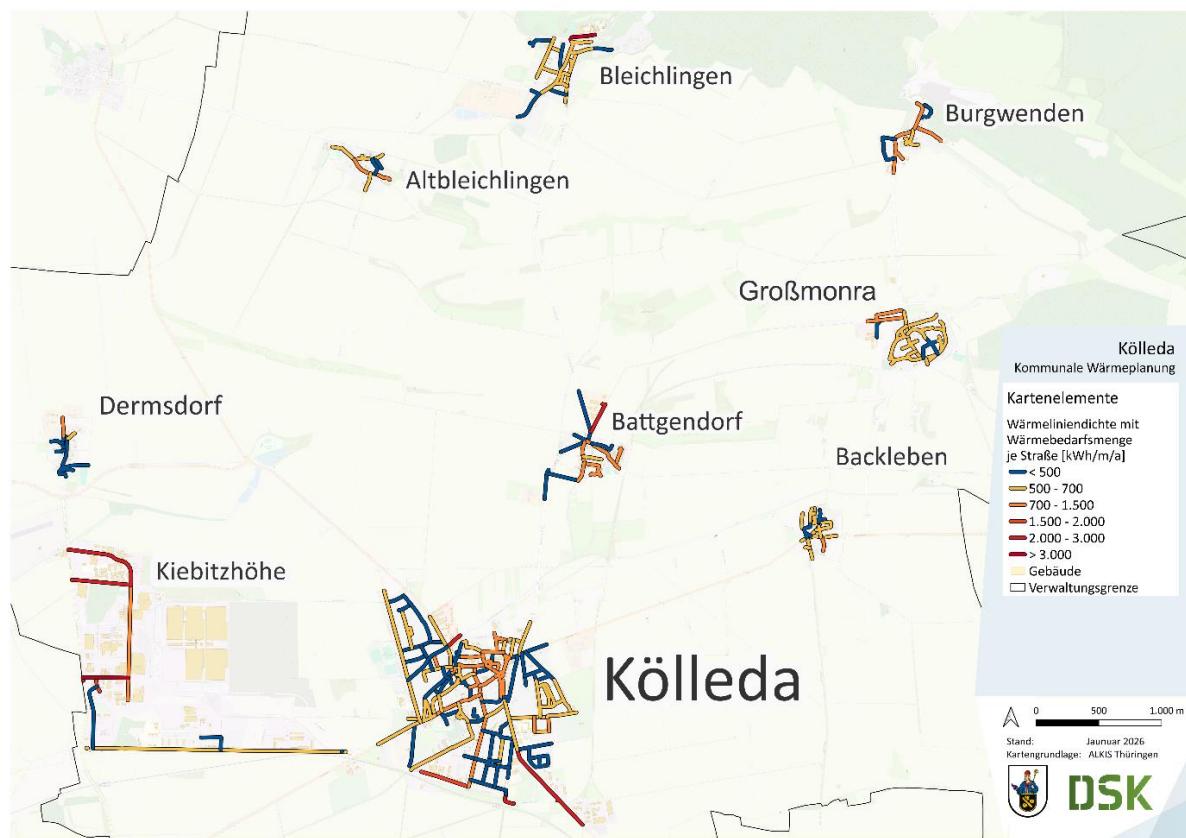


Abbildung 30 Straßenabschnittsbezogene Wärmeliniendichte mit Wärmebedarfsmengen [kWh/(mTr\*a)] Quelle: DSK, 2025

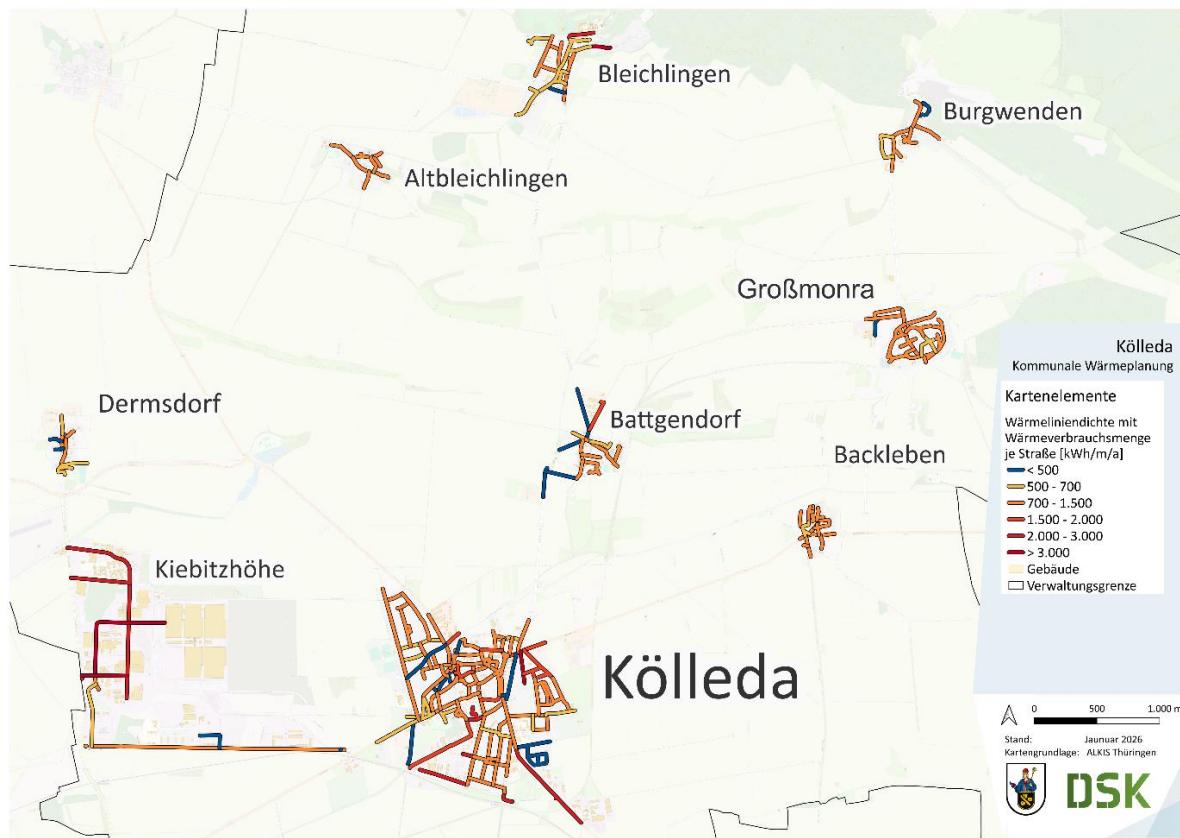


Abbildung 31: Straßenabschnittsbezogene Wärmeliniendichte mit Wärmeverbrauchsmengen [ $\text{kWh}/(\text{mTr}^*\text{a})$ ] Quelle: DSK, 2025

In der Abbildung 31 ist die Wärmeliniendichte dargestellt. Sie ergibt sich aus dem berechneten Wärmebedarf der Gebäude und wird in Kilowattstunden pro Jahr und laufendem Meter Trassenlänge angegeben. Sie liefert nach der Wärmeflächendichte eine weitere Einschätzung, wie gut sich ein Wärmenetz lohnen könnte.

Deutlich wird, dass in der Industriegebiet Kiebitzhöhe und im südöstlichen Teil der Kernstadt die höchsten Dichten erreicht werden. Neben der Wärmeliniendichte mit Wärmebedarfsmengen die auf Grundlage des theoretisch ermittelte Energiemenge beruhen, ist in der Abbildung 31 die Wärmeliniendichte aufgrund der zugeordneten Verbräuche dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die Wärmeliniendichte besonders in der Kernstadt höher sind, als in den theoretischen Kennwerten vorgegeben. Das zeigt einerseits die erhöhte Wirtschaftlichkeit von zentraler Wärmeinfrastruktur wie Wärmenetzen oder einem Gasnetz mit biogenen Gasen und andererseits ein erhöhtes Einsparpotenzial. Das Einsparpotential ist jedoch aufgrund des Denkmalschutzes teilweise eingeschränkt umsetzbar. Für die Abbildung 32 wurden 75% der Wärmeverbrauchsmenge für die Berechnung der Wärmeliniendichte angenommen um einen möglich Verbrauchsrückgänge zu simulieren.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Wärmenetzeignung in Abhängigkeit von der Wärmeliniendichte auf Grundlage des Leitfadens vom BMWK 2024.

Tabelle 4 Eignung von Flächen für die Errichtung von Wärmenetzen basierend auf der Wärmeliniendichte

| Wärmeliniendichte [MWh/m/a] | Einschätzung der Eignung zur Errichtung von Wärmenetzen |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| 0 – 0,7                     | Kein technisches Potenzial                              |
| 0,7 – 1,5                   | Empfehlung für Wärmenetze bei Neuerschließung           |
| 1,5 – 2                     | Empfehlung für Wärmenetze in bebauten Gebieten          |
| > 2                         | Empfehlung für Wärmenetze bei zusätzlichen Hürden       |

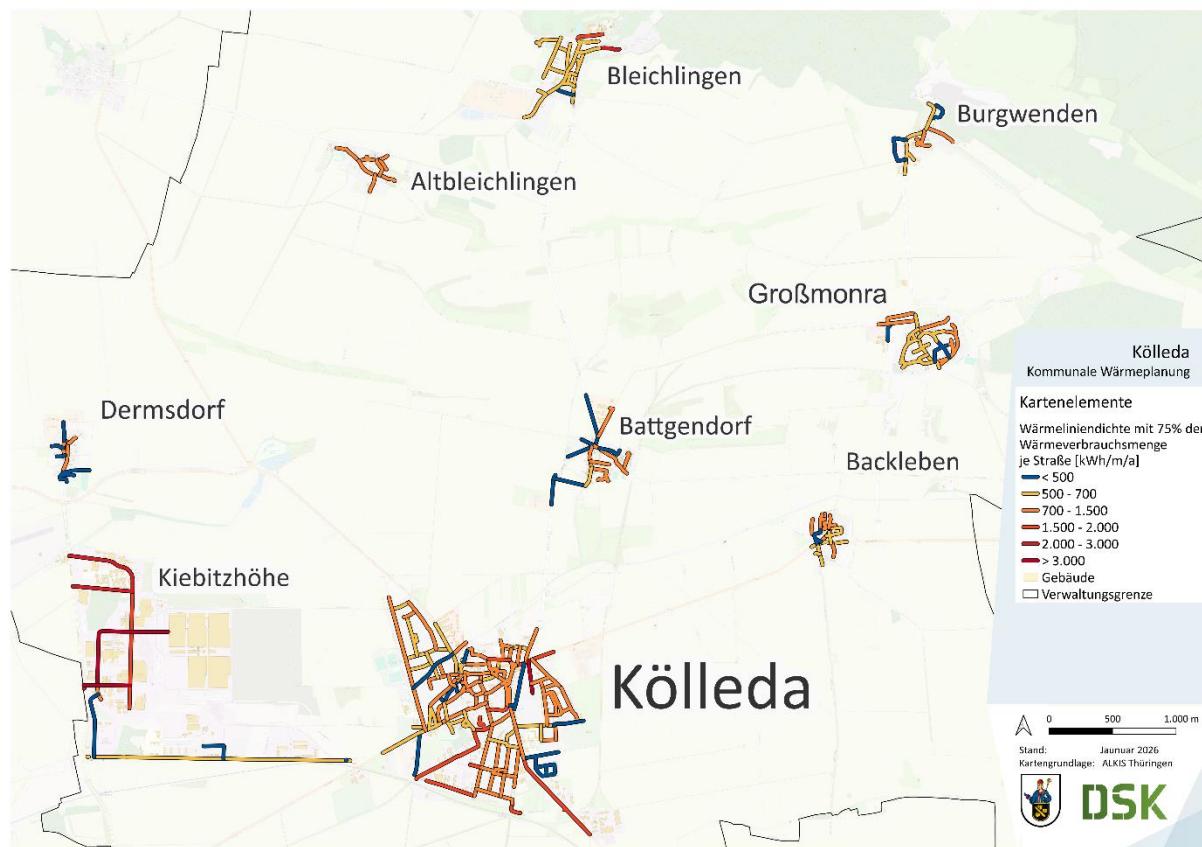


Abbildung 32: Straßenabschnittsbezogene Wärmeliniendichte mit 75 % der Wärmeverbrauchsmengen [kWh/(m Tr\*a)]

Quelle: DSK, 2025

## Überwiegende Energieträger

Anlage 2 (zu § 23) WPG Abs.2 Nummer 3

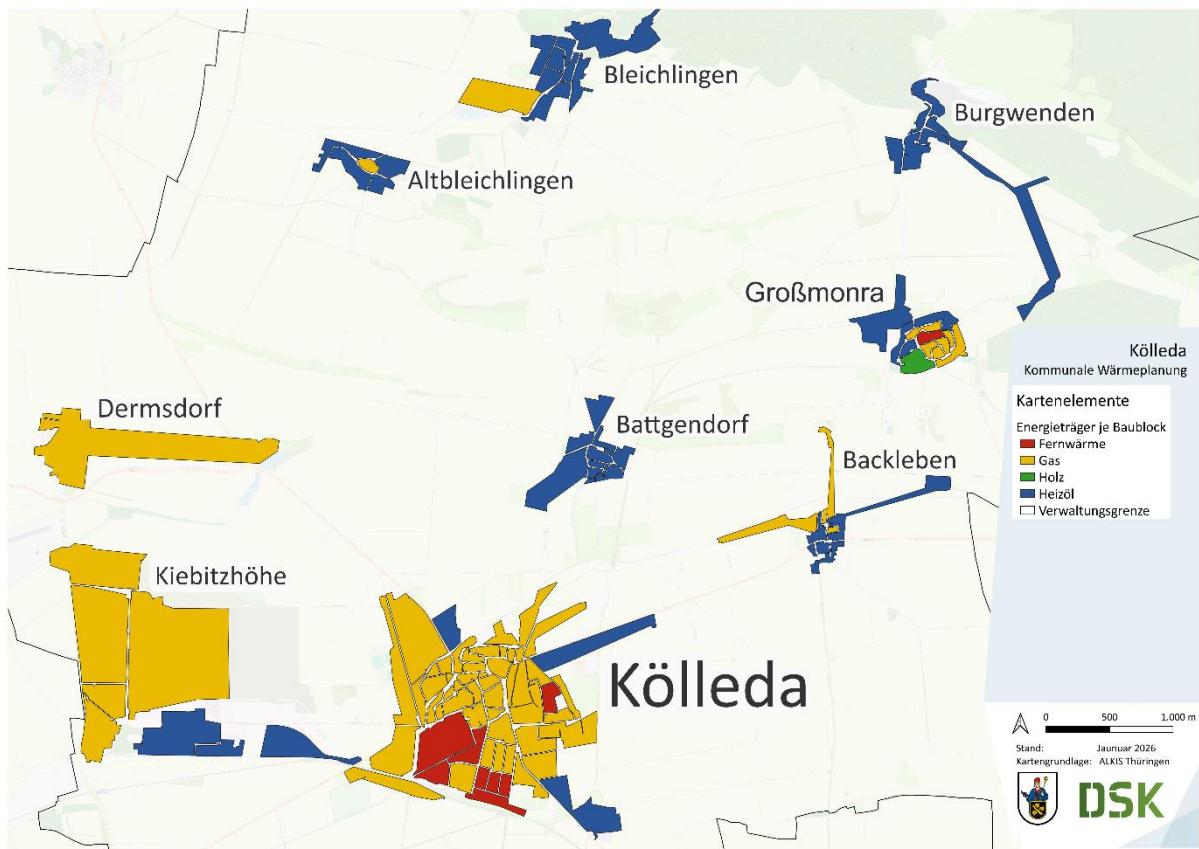


Abbildung 33: Anteil der Energieträger am jährlichen Endenergieverbrauch Quelle: DSK, 2025

In Abbildung 33: Anteil der Energieträger am jährlichen Endenergieverbrauch sind die vorwiegenden Energieträger je Baublock zu erkennen. Es wird deutlich, dass die Kernstadt von Kölleda von Fernwärme und Gas dominiert wird. Die Ortsteile um Kölleda herum, sind dagegen geprägt durch Heizöl und Flüssiggas.

## 2.7. Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Energie- und Treibhausgasbilanz bildet die Grundlage für die Analyse des Energieverbrauchs und der damit verbundenen Emissionen innerhalb der Kommune. Aufbauend auf dem Kapitel 2.62.6 ermöglicht diese eine differenzierte Betrachtung der relevanten Sektoren und zeigt auf, welche Bereiche den größten Einfluss auf den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen haben.

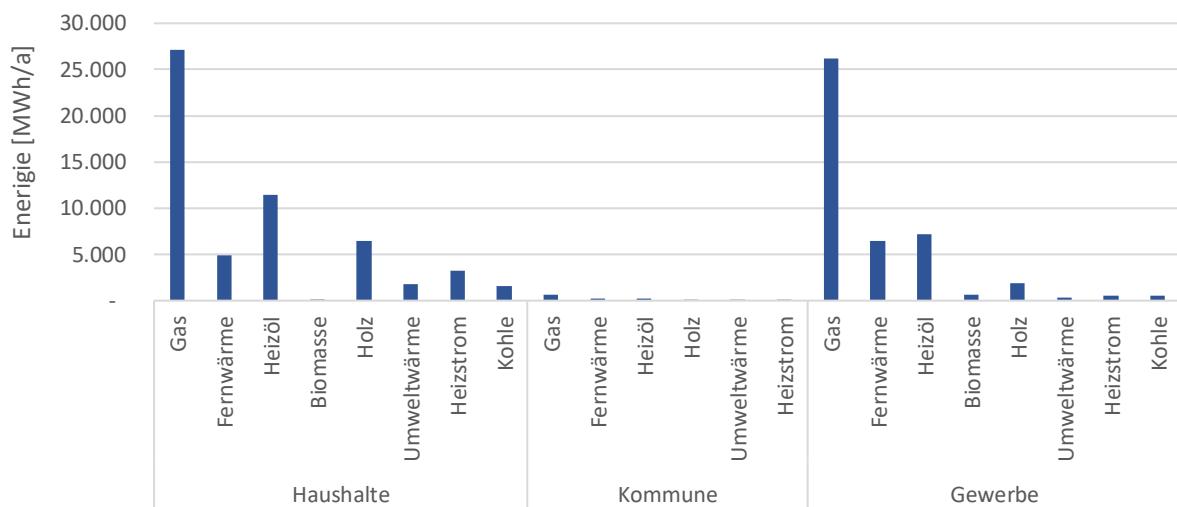


Abbildung 34: Sektoraler Verbrauch der Energieträger

Abbildung 34 stellt den Endenergieverbrauch differenziert nach verschiedenen Energieträgern und Nutzungssektoren dar. Aus der Darstellung geht klar hervor, dass insbesondere der Wohnsektor sowie der Bereich „Gewerbe, Handel und Dienstleistung, sowie Industrie“ einen erheblichen Anteil an der Nutzung von Wärme aufweisen. Dies unterstreicht die zentrale Rolle dieser beiden Sektoren im Hinblick auf den Gesamtenergieverbrauch und legt nahe, dass Maßnahmen zur Effizienzsteigerung und Dekarbonisierung in diesen Bereichen ein besonders hohes Potenzial zur Reduzierung der Emissionen bieten. Die genauen Zahlen sind auch nochmal in Tabelle 5: Sektorale Aufteilung der Endenergie zu sehen.

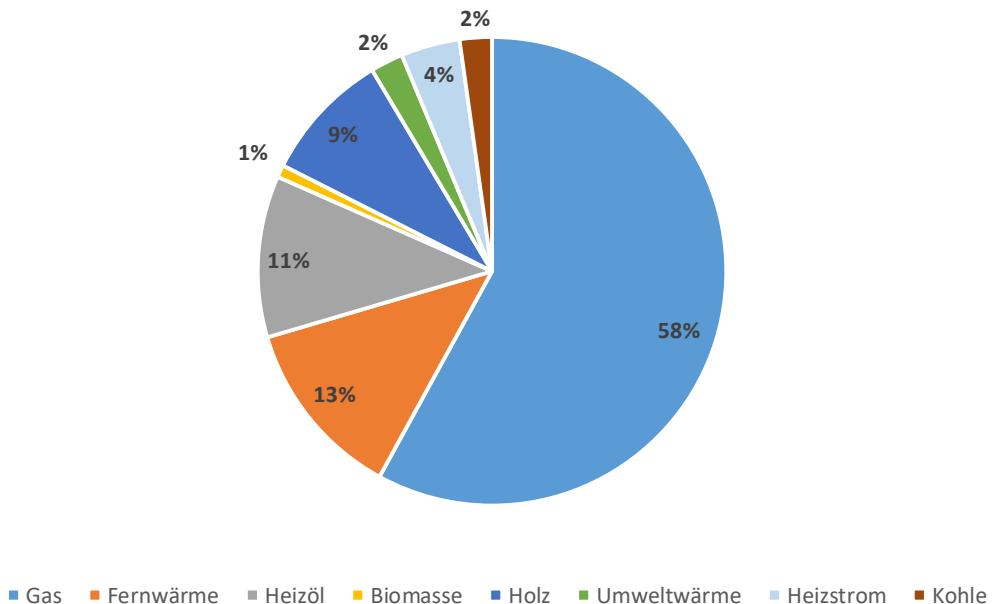


Abbildung 35: Energieträgeranteil am Endenergieverbrauch

Tabelle 5: Sektorale Aufteilung der Endenergie

| Sektor    | Energieträger | Verbrauch |
|-----------|---------------|-----------|
| Haushalte | Gas           | 27.109    |
|           | Fernwärme     | 4.928     |
|           | Heizöl        | 6.157     |
|           | Biomasse      | 129       |
|           | Holz          | 6.499     |
|           | Umweltwärme   | 1.753     |
|           | Heizstrom     | 3.192     |
|           | Kohle         | 1.573     |
| Kommune   | Gas           | 636       |
|           | Fernwärme     | 224       |
|           | Heizöl        | 227       |
|           | Holz          | 13        |
|           | Umweltwärme   | 35        |
|           | Heizstrom     | 64        |
| Gewerbe   | Gas           | 26.167    |
|           | Fernwärme     | 6.448     |
|           | Heizöl        | 3.990     |
|           | Biomasse      | 665       |
|           | Holz          | 1.844     |
|           | Umweltwärme   | 313       |
|           | Heizstrom     | 530       |
|           | Kohle         | 493       |

In der darauffolgenden Abbildung 35: Energieträgeranteil wird die Verteilung der eingesetzten Energieträger innerhalb des Stadtgebiets detailliert dargestellt. Die deutliche Dominanz von Erdgas als primären Energieträger unterstreicht die derzeitige strukturelle Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, insbesondere im Bereich der Wärmeerzeugung. Vor dem Hintergrund der gesetzlich verankerten Klimaschutzziele ergibt sich daraus ein klarer Handlungsbedarf zur schrittweisen Transformation des Energiesystems. Ziel ist eine Diversifizierung des Energiemixes sowie der verstärkte Einsatz regenerativer Energiequellen. Dabei steht weniger die Versorgungssicherheit als solche im Vordergrund – diese ist durch den Einsatz fossiler Energieträger nicht grundsätzlich gefährdet –, sondern vielmehr der politisch und gesetzlich vorgegebene Pfad zur Emissionsminderung. Ein darüberhinausgehender Handlungsdruck besteht derzeit nicht, dennoch bleibt die Umstellung auf nachhaltige Energieformen ein zentraler Bestandteil der Klimapolitik.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionsbilanz ist kein direkt messbarer Wert, sondern wird anhand modellbasierter Berechnungen unter Berücksichtigung definierter Systemgrenzen und standardisierter Emissionsfaktoren ermittelt. Grundlage hierfür ist die energieverbrauchsspezifische Umrechnung in Treibhausgasemissionen gemäß

Gebäudeenergiegesetz (GEG), Anlage 9 zu § 85 Absatz 6. (Tabelle 6: Emissionsfaktoren Anlage 9 (zu § 85 Absatz 6 WPG)) Daraus folgt, dass in der Stadt Kölleda aktuell die jährlichen Treibhausgasemissionen im Wärmebereich 19.900 Tonnen CO<sub>2</sub>äq betragen.

Tabelle 6: Emissionsfaktoren Anlage 9 (zu § 85 Absatz 6 WPG)

| Kategorie                  | Energieträger       | Emissionsfaktor [tCO <sub>2</sub> äq/kWh] |
|----------------------------|---------------------|-------------------------------------------|
| <b>Fossile Brennstoffe</b> | Heizöl              | 0,31                                      |
|                            | Erdgas              | 0,24                                      |
|                            | Flüssiggas          | 0,27                                      |
|                            | Steinkohle          | 0,4                                       |
|                            | Braunkohle          | 0,43                                      |
| <b>Biogene Brennstoffe</b> | Biogas              | 0,137                                     |
|                            | Bioöl               | 0,21                                      |
|                            | Holz                | 0,02                                      |
| <b>Strom</b>               | Strom (netzbezogen) | 0,26                                      |
|                            | Erneuerbarer Strom  | 0                                         |

Davon entfallen 55 % auf die Wohnnutzung, 44 % auf Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie Sektor und 1 % auf die öffentlichen Liegenschaften. Die nachstehende Abbildung zeigt die Treibhausgasemissionen nach den Energieträgern.

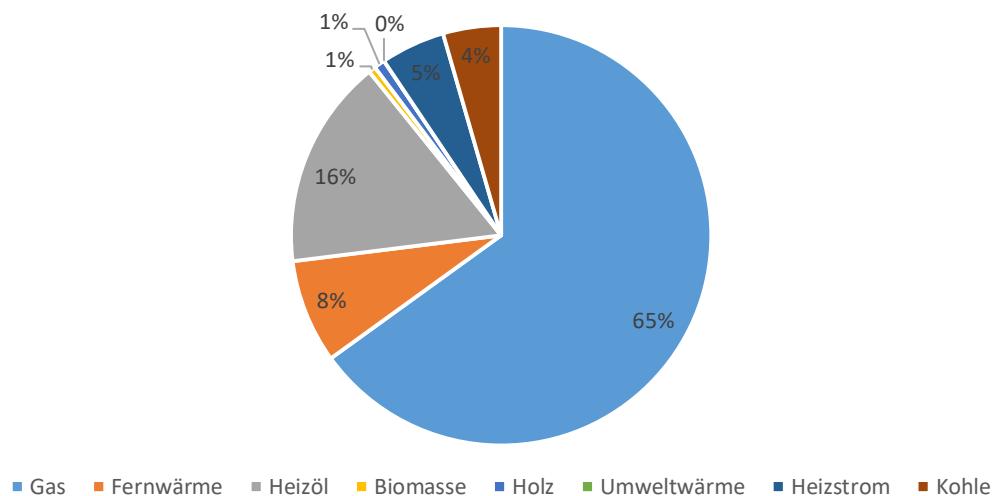


Abbildung 36: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern

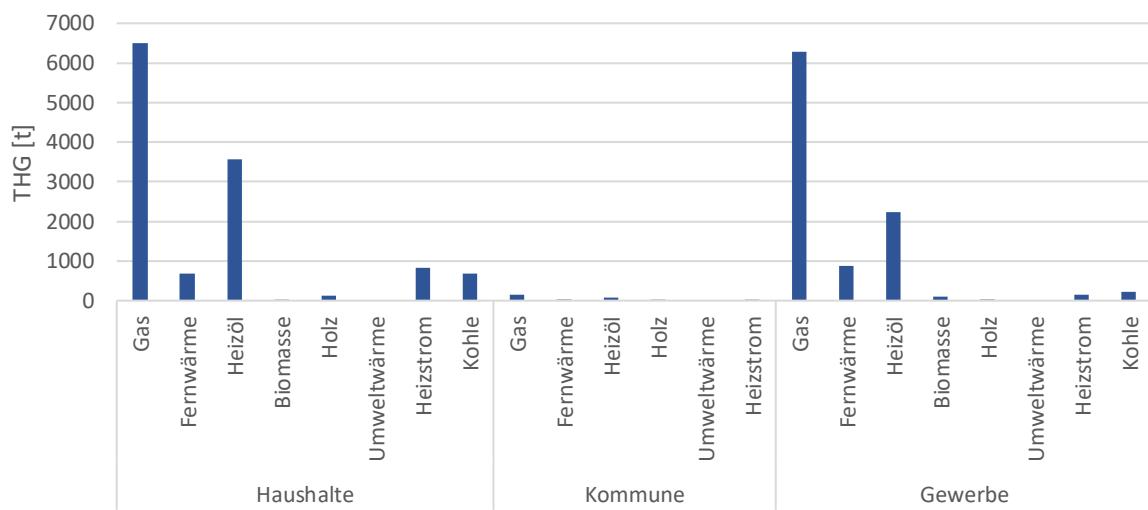


Abbildung 37: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Tonnen

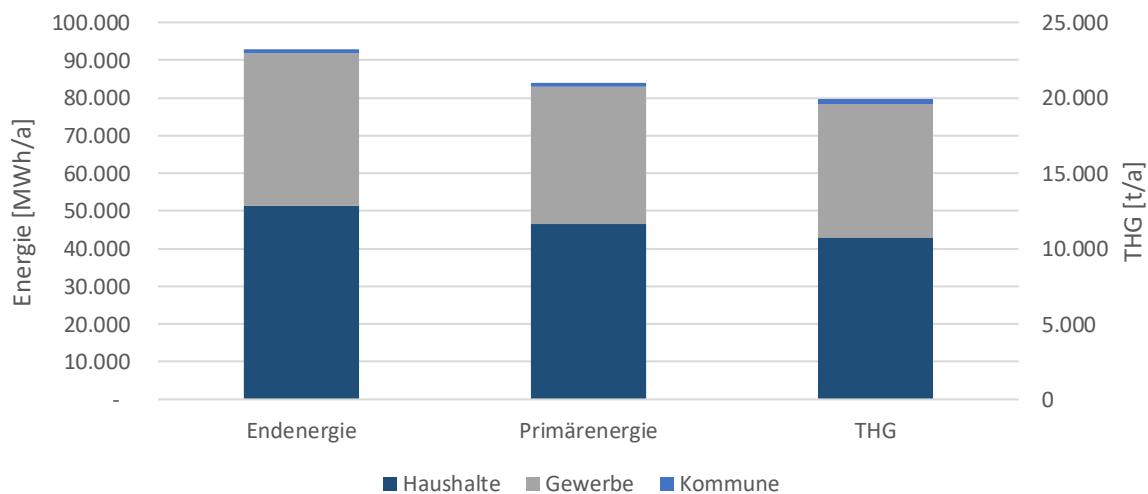


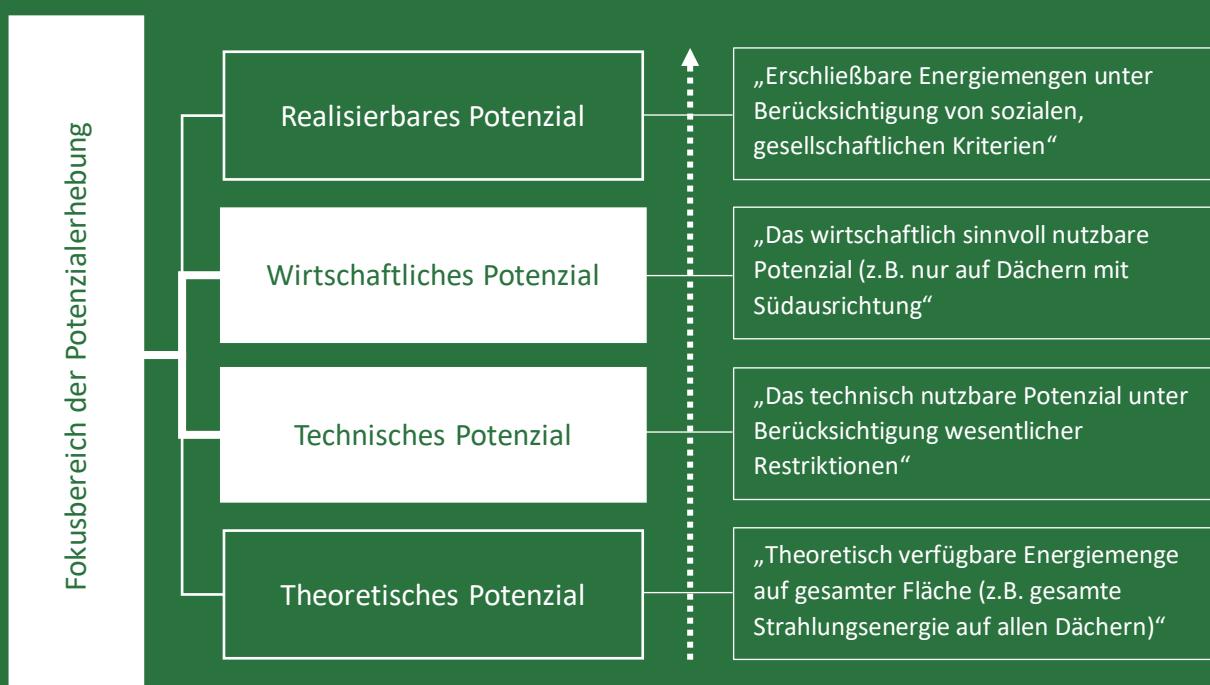
Abbildung 38: Sektorale Endenergie-, Primärenergie- und Treibhausgasbilanz

# 3. Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse stellt einen entscheidenden Schritt in der kommunalen Wärmeplanung dar, identifiziert die Handlungsmöglichkeiten und die zukünftigen Versorgungsoptionen in Kölleda zu entwickeln.

Im Rahmen dieser Analyse werden potenzielle Quellen für die Erzeugung erneuerbarer Wärme und Strom im Untersuchungsgebiet untersucht, wobei der Schwerpunkt auf den verfügbaren Potenzialen für die Bereitstellung von grüner Wärme gelegt wird. Potenziale außerhalb des Untersuchungsgebietes können nach der gesetzlichen Grundlage nicht berücksichtigt werden. Zusätzlich wird das Einsparpotenzial als ein weiterer relevanter Aspekt beleuchtet. Dieses Potenzial ergibt sich aus der energetischen Sanierung des bestehenden Gebäudebestands, welche direkte Implikationen für die in der Zukunft mit erneuerbaren Energien gedeckte Wärmebereitstellung im Zieljahr hat.

Die Potenziale werden hierarchisiert in folgendem Maß dargestellt:



### 3.1. Wärmebedarfsreduktion

#### Sanierung

Eines der größten Potenziale liegt in der Sanierung der Gebäude. Im Betrachtungszeitraum wurden insgesamt ca. 83.000 MWh/a Nutzenergie im Quartier benötigt, davon 57.500 MWh/a (70 %) für das Heizen. Eine gute Gebäudedämmung ist deshalb ein wichtiger Bestandteil der Verbrauchsminderung. Die Berechnung der Einsparpotenziale wurde aufgrund der Minderungspotenziale des Technikkatalogs des BMWK durchgeführt. Dort sind – wie schon für die Bedarfsberechnung beschrieben – auch prognostizierte Verbrauchswerte für die Gebäudesanierung mit hoher und geringer Einsparung für das Zieljahr 2025 dargestellt. Bei der Berechnung der Nutzenergie für die Heizung mit niedriger Einsparung würde der Gebäudebestand noch 35.000 MWh/a (38 % Einsparung) benötigen. Das entspricht einem gesamten Nutzenergiebedarf von 61.000 MWh/a (27 % Einsparung). Bei der hohen Einsparung würde für die Heizung noch 25.000 MWh/a (57 % Einsparung) und für den gesamten Nutzenergiebedarf 50.000 MWh/a (40 % Einsparung) benötigt. In Abbildung 39 sind die Einsparpotenziale mit dem niedrigen Sanierungspfad für das Zieljahr und die Stützjahre sowie die niedrige und hohe Einsparung dargestellt. Dafür wurde eine Sanierungsrate von 1 % angenommen. Die Einsparung der Endenergie beträgt bei dem Szenario mit niedriger Einsparung 5 % und bei einer hohen Einsparung 7 %. Neben der Sanierungsrate sind das Verbrauchsverhalten und die beheizte Fläche relevante Faktoren.

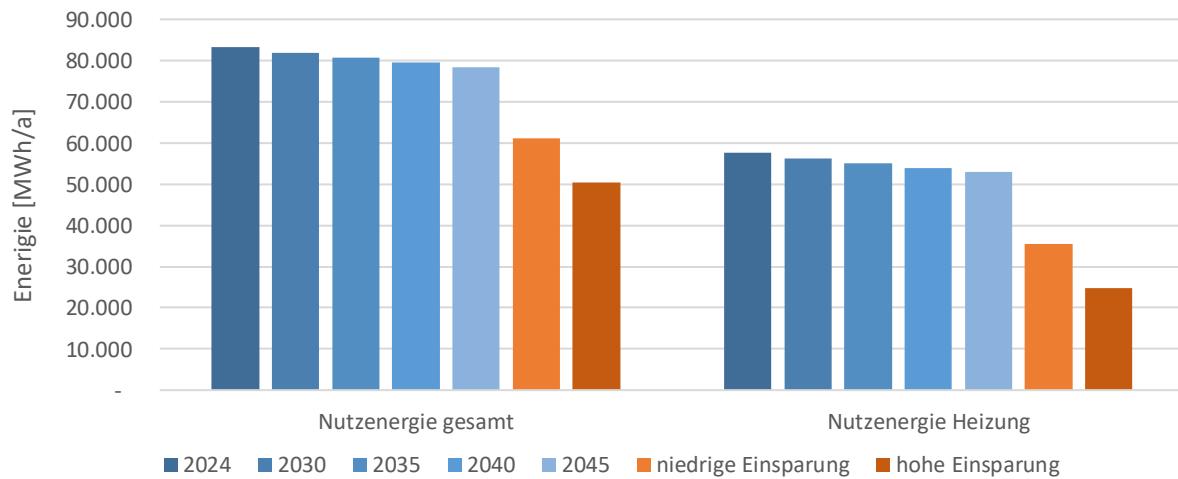


Abbildung 39: Einfluss der Energieeinsparung durch Sanierung auf die Nutzenergie

Die kartografische Verteilung der Einsparungen in den Baublöcken für die jeweiligen Stützjahre ist in Abbildung 40 bis Abbildung 43 dargestellt.

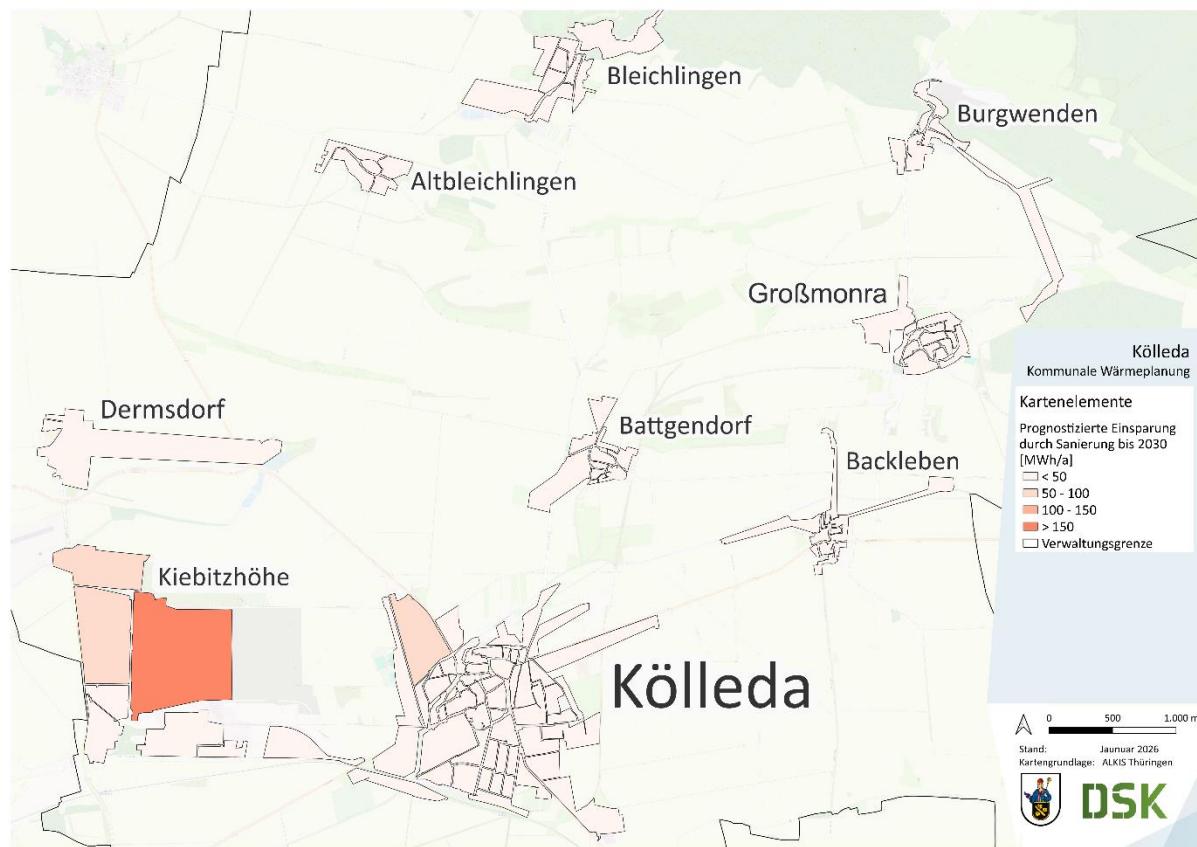


Abbildung 40: Prognostizierte Einsparung durch Sanierung bis 2030 auf Baublockebene Quelle: DSK, 2025

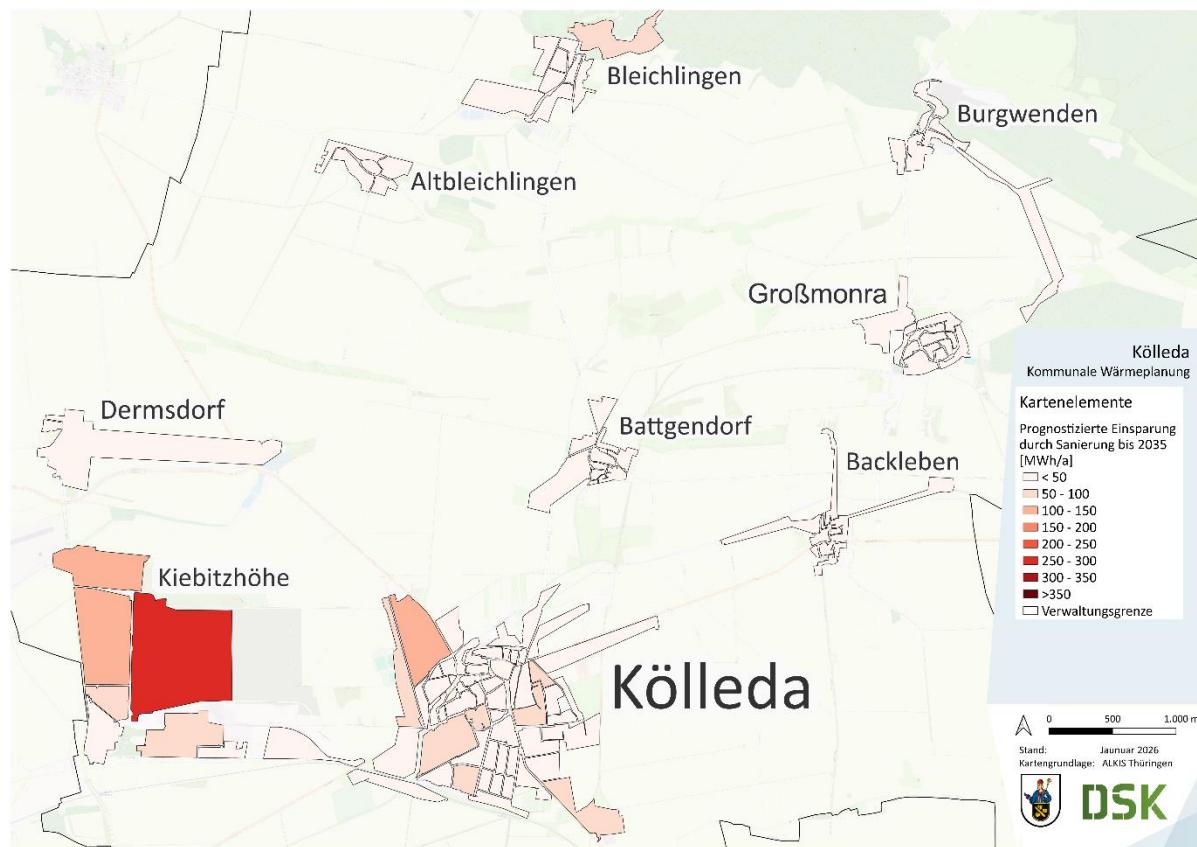


Abbildung 41: Prognostizierte Einsparung durch Sanierung bis 2035 auf Baublockebene Quelle: DSK, 2025

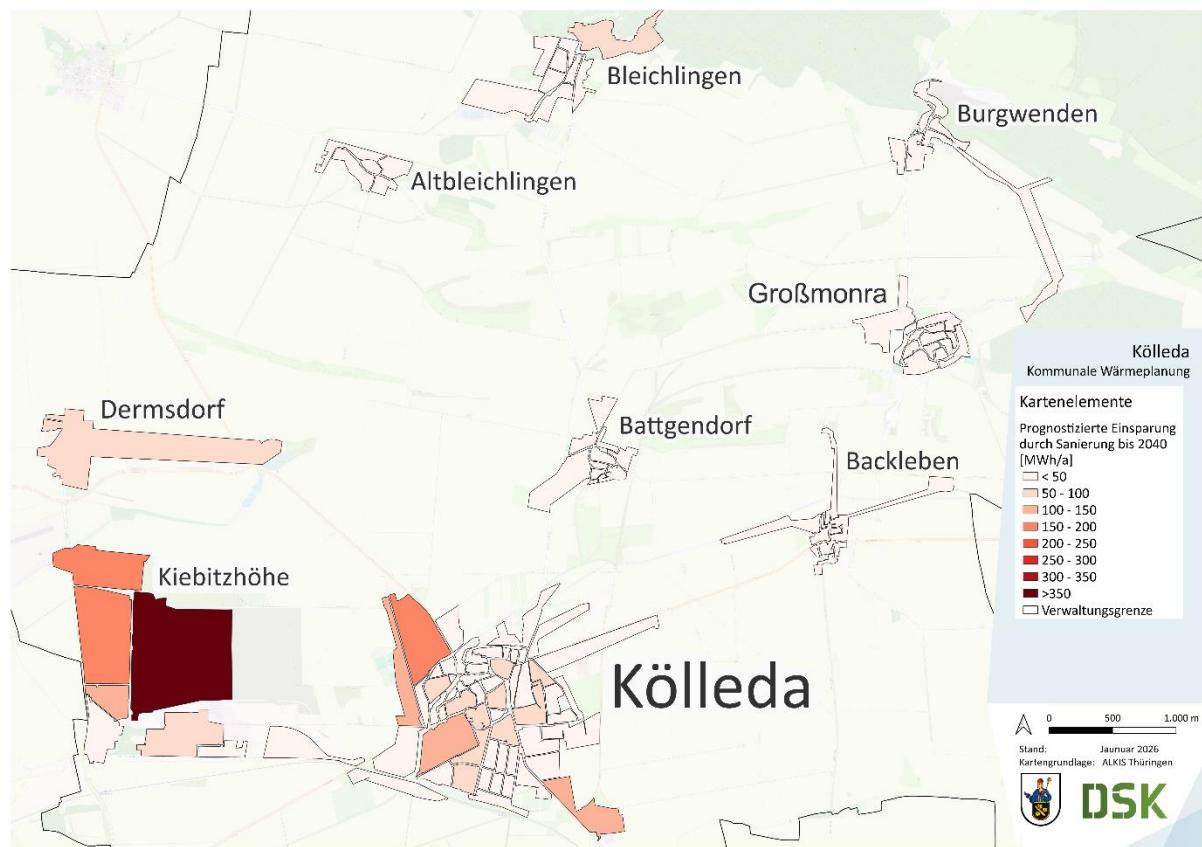


Abbildung 42: Prognostizierte Einsparung durch Sanierung bis 2040 auf Baublockebene Quelle: DSK, 2025

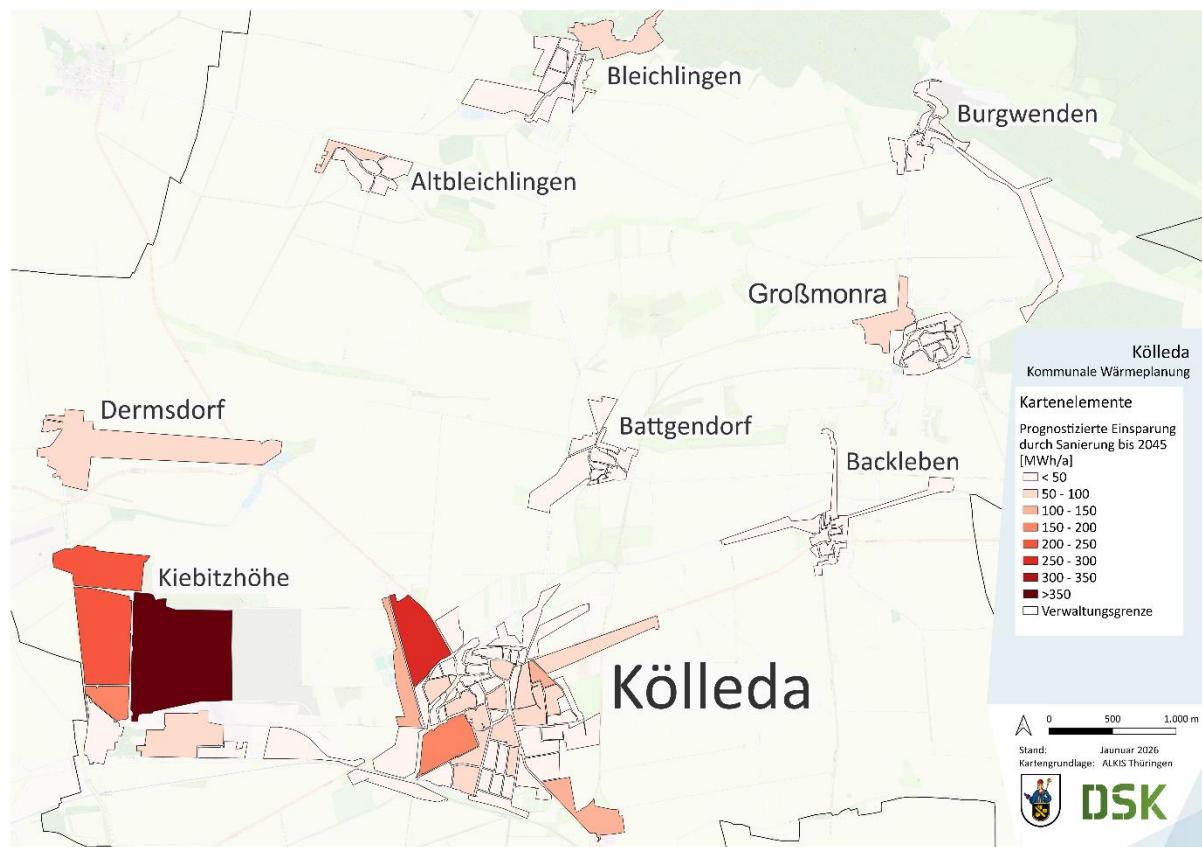


Abbildung 43: Prognostizierte Einsparung durch Sanierung bis 2045 auf Baublockebene Quelle: DSK, 2025

## Information zum Verbrauchsverhalten

Neben baulichen und technischen Einsparpotenzialen können Bürgerinnen und Bürger durch ein bewusstes Verbrauchsverhalten einen wesentlichen Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz im Stadtgebiet leisten. Der Gebäudesektor verursacht in Deutschland rund 35 Prozent des Endenergieverbrauchs und etwa 30 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Insbesondere der Wärmebedarf bietet dabei einen zentralen Hebel zur Reduzierung klimaschädlicher Emissionen, da er 85 % des Energieverbrauchs eines durchschnittlichen Haushalts ausmacht (siehe Abbildung 44). Bereits durch angepasste Nutzung der Gebäudetechnik, regelmäßige Wartung und bewusstes Handeln lassen sich im Betrieb von Wohn- und Nichtwohngebäuden Einsparungen von bis zu 30 Prozent erzielen – oftmals ohne größere Investitionen. (Umweltbundesamt, 2025)

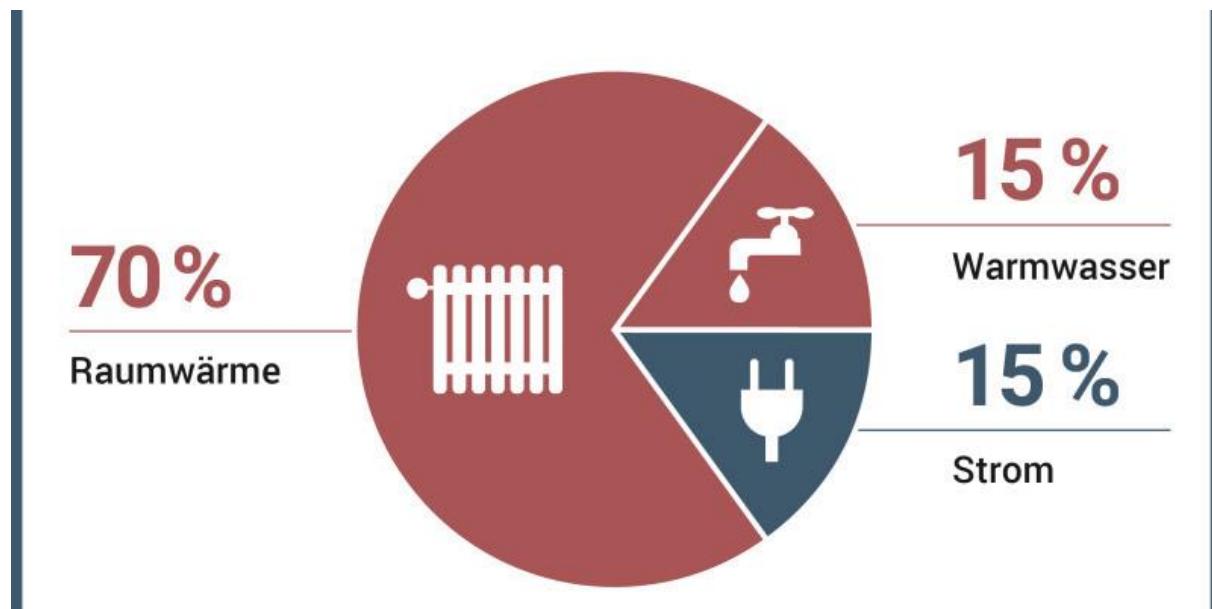


Abbildung 44: Energieverbrauch eines durchschnittlichen Haushalts (Umweltbundesamt, 2023)

Ein zentraler Faktor ist die richtige Raumtemperatur. Jedes Grad weniger senkt den Heizenergieverbrauch um etwa 6 %. Für Wohnräume sind rund 20 °C ausreichend, Küchen kommen meist mit 18 °C aus, Schlafzimmer mit etwa 17 °C. Bei Abwesenheit empfiehlt sich eine Absenkung auf rund 18 °C, bei mehrtägiger Abwesenheit auf etwa 15 °C. Moderne Heizungsanlagen ermöglichen eine automatische oder zentral gesteuerte Anpassung. (Umweltbundesamt, 2023)

Thermostatventile tragen dazu bei, die Raumtemperatur konstant zu halten und die Wärmezufuhr automatisch zu regulieren, beispielsweise bei Sonneneinstrahlung oder hoher Personenzahl. Die mittlere Einstellung (meist Stufe 3) entspricht etwa 20 °C. Programmierbare Thermostate erhöhen die Effizienz zusätzlich, indem sie Heiz- und Absenkphasen automatisch an den Tagesablauf anpassen. (Umweltbundesamt, 2023)

Auch das richtige Lüften spielt eine wichtige Rolle (siehe Abbildung 45). Mehrmals täglich für einige Minuten bei weit geöffnetem Fenster zu lüften („Stoßlüften“) ist deutlich energieeffizienter als dauerhaft gekippte Fenster. Diese Methode entfernt Feuchtigkeit, verbessert die Luftqualität und reduziert Schimmelgefahr. In kühleren Räumen oder schlecht gedämmten Gebäuden sollte häufiger gelüftet werden. Ein Hygrometer kann helfen, die Luftfeuchtigkeit im Blick zu behalten; im Winter sollte diese im Regelfall unter 50 Prozent liegen. (Umweltbundesamt, 2023)

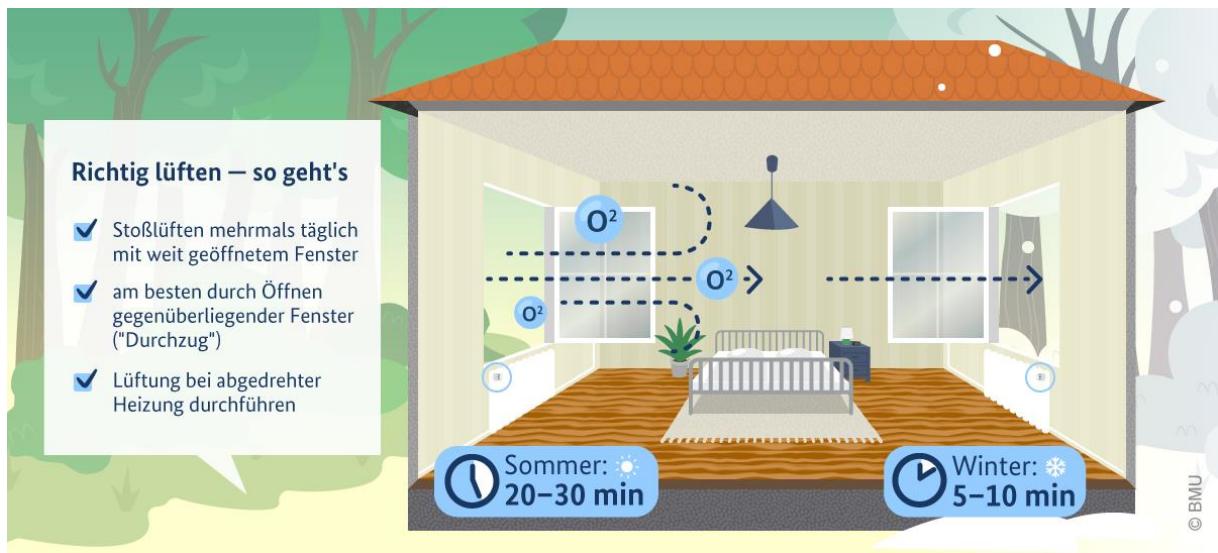


Abbildung 45: Richtig lüften (Umweltbundesamt, 2023)

Darüber hinaus lässt sich der Wärmeverlust durch einfache Maßnahmen deutlich verringern. Heizkörper sollten nicht von Möbeln oder Vorhängen verdeckt werden, um eine optimale Wärmeverteilung zu gewährleisten. Geschlossene Rollläden und Vorhänge in der Nacht reduzieren Wärmeverluste über Fenster. Hinter Heizkörpern an Außenwänden angebrachte Dämmfolien verhindern, dass Wärme ungenutzt nach außen entweicht. Undichte Fenster und Türen können mit geeigneten Dichtungen versehen werden, sofern dies mit der Heiztechnik kompatibel ist. (Umweltbundesamt, 2023)

Eine regelmäßige Wartung der Heizungsanlage erhöht die Betriebseffizienz und verlängert die Lebensdauer. Dazu zählen das Entlüften der Heizkörper, der hydraulische Abgleich, die Anpassung der Pumpenleistung sowie die korrekte Einstellung der Regeltechnik. Elektrische Heizgeräte sollten nur im Notfall und für kurze Zeit genutzt werden, da ihr Energieverbrauch hoch und der Betrieb kostenintensiv ist. Um Schimmelbildung vorzubeugen, empfiehlt es sich, Möbel mit etwas Abstand zu Außenwänden zu platzieren. Zudem sollte vermieden werden, Wärme aus beheizten in unbeheizte Räume zu leiten, da dies zu Feuchteproblemen führen kann. (Umweltbundesamt, 2023)

Durch ein bewusstes Heiz-, Lüft- und Nutzungsverhalten in Verbindung mit einfachen technischen Anpassungen können Bürgerinnen und Bürger ihren Wärmebedarf deutlich senken, Heizkosten reduzieren und gleichzeitig einen spürbaren Beitrag zum Klimaschutz leisten. Die Summe vieler kleiner Maßnahmen entfaltet dabei eine große Wirkung – sowohl für den eigenen Geldbeutel als auch für die Energiewende im Stadtgebiet.

### 3.2. Flächenscreening

Zur Bestimmung von Potenzialflächen für die Wärmeversorgung wird ein Flächenscreening durchgeführt. Dieses Screening dient dazu, potenziell geeignete Flächen für die Nutzung von Wärmeversorgungssystemen zu identifizieren. Die Ergebnisse dieses Verfahrens fließen in die Potenzialflächenanalyse ein, die gemäß den Vorgaben des Leitfadens zur Wärmeplanung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) durchgeführt wird. Hierbei werden sowohl die bestehende Infrastruktur als auch die energetischen Bedürfnisse der verschiedenen Gebiete berücksichtigt.

Bei der Analyse sind zum einen Gebietsarten aufzunehmen, die Technologien zur Wärmeversorgung einschränken oder ausschließen, zum anderen sind Flächen zu identifizieren die perspektivisch für eine Flächensicherung von Bedeutung sind. Zu den Ausschlussflächen gehören:

- Wasserschutzgebiete und Heilquellschutzzonen
- Naturschutzgebiete & rechtlich geschützte Biotope
- Natura 2000-Gebiete (FFH- und Vogelschutzgebiete)
- Grünzüge und Grünzäsuren
- Naturdenkmale
- Bekannte Überschwemmungsgebiete
- Biodiversitätspläne
- Oberflächengewässer
- Relevante Areale für Grundwassernutzung

Die Eigentumsverhältnisse dieser Flächen werden dabei nicht berücksichtigt, da die Analyse auf ökologischen und rechtlichen Aspekten basiert, die die Nutzungsmöglichkeiten für Wärmeversorgungsinfrastrukturen betreffen.

Die Stadt Kölleda weist zahlreiche Schutzgebiete auf, darunter: Naturdenkmäler, FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete, Schutzgebietszonen, flächige und geschützte Gehölze, Naturschutzgebiete, Überschwemmungsgebiete sowie Wasser- und Heilquellschutzgebiete. Die potenziellen Ausschlussflächen sind in der Abbildung 46 dargestellt.

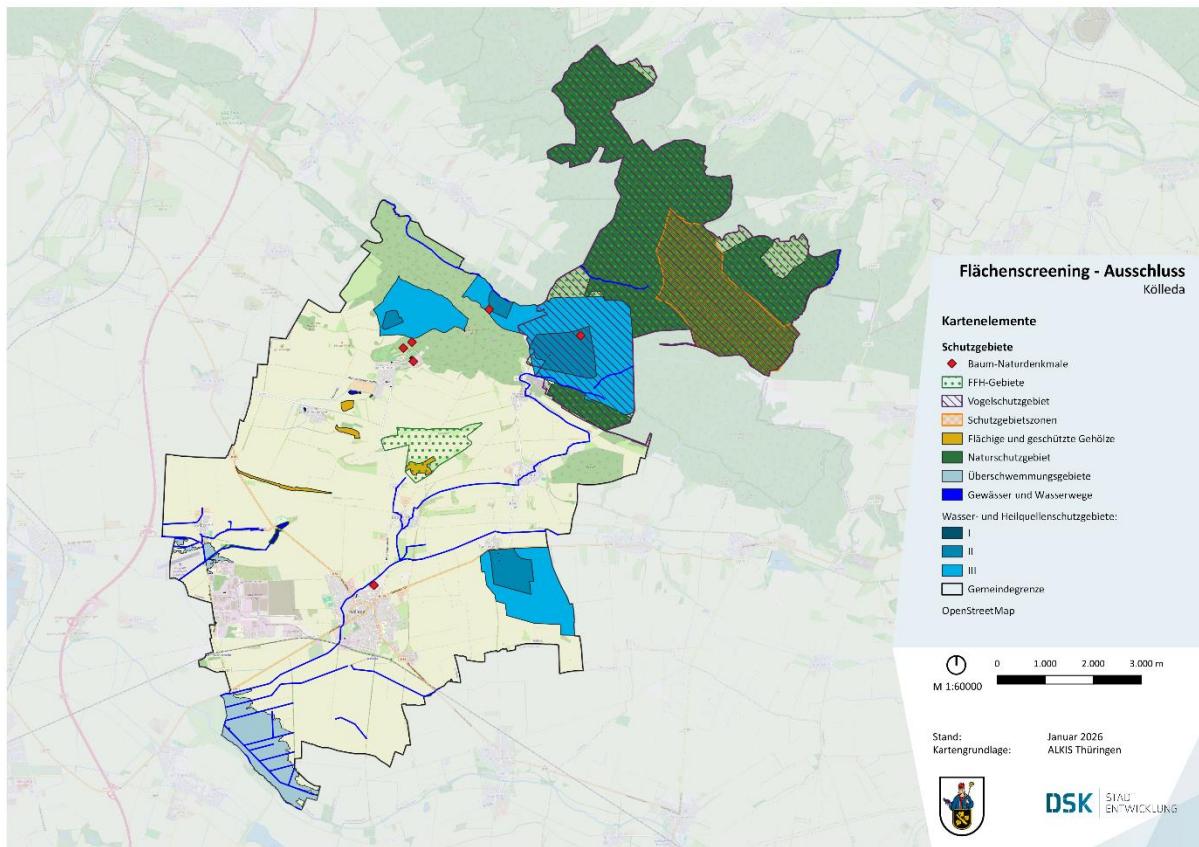


Abbildung 46: Ausschlussflächen Kölleda Quelle: DSK, 2025

Die anschließende Tabelle 7 gibt eine Übersicht über die Einschränkungen für die Installation von Wärmetechnologien auf den entsprechenden Flächen.

Tabelle 7: Einschränkungen für Wärmeversorgungstechnologien

| Gebietstyp                                        | Relevanz / Einschränkung für Wärmeversorgungstechnologien                                                                                             |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wasserschutzgebiete & Heilquellschutzzonen        | Nutzung oberflächennaher oder tiefer Geothermie meist verboten; Freiflächen-Solarthermie und Wärmespeicher nur in Zone III B oder außerhalb zulässig. |
| Naturschutzgebiete & rechtlich geschützte Biotope | Keine Eingriffe erlaubt → Ausschlussflächen für alle baulichen Anlagen (Solarthermie, Geothermie, Speicher, Heizzentralen).                           |
| Natura 2000-Gebiete (FFH- & Vogelschutzgebiete)   | Nutzung nur bei nachgewiesener Unbedenklichkeit; FFH-Verträglichkeitsprüfung erforderlich → meist Ausschlussflächen für großflächige Technologien.    |
| Grünzüge & Grünzäsuren                            | Raumordnerische Einschränkungen gegen Bebauung → keine Heizzentralen oder Freiflächenanlagen, aber ggf. Leitungsführung möglich.                      |
| Naturdenkmale                                     | Schutz im direkten Umfeld → keine technischen Anlagen in unmittelbarer Nähe.                                                                          |

|                                         |                                                                                                                              |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bekannte Überschwemmungsgebiete         | Bauliche Nutzung eingeschränkt; Freiflächen-Solarthermie ggf. möglich, keine Wärmespeicher oder Heizzentralen.               |
| Biodiversitätspläne                     | Flächen mit ökologischem Vorrang → eingeschränkte Nutzung, nur bei Vereinbarkeit mit Biodiversitätszielen.                   |
| Oberflächengewässer                     | Relevante Wärmequelle für Flusswärmepumpen, gleichzeitig Ausschlussbereich für bauliche Eingriffe am Ufer.                   |
| Relevante Areale für Grundwassernutzung | Nutzung tiefer Geothermie und Wärmepumpen mit Grundwasserquelle nur nach Genehmigung; meist Ausschlussflächen für Bohrungen. |

Die Gesamtfläche für Kölleda beträgt 8.951,83 Hektar, die sich auf die folgenden Gebietsarten in der Tabelle 8 verteilt.

Tabelle 8: Flächen der Gebietsarten

| Gebietsart                               | Fläche [ha] |
|------------------------------------------|-------------|
| Naturschutzgebiete                       | 1.875,11    |
| Flächige und geschützte Gehölze          | 33,35       |
| FFH-Gebiete                              | 2.367,77    |
| Überschwemmungsgebiete                   | 217,76      |
| Vogelschutzgebiete                       | 2.239,35    |
| Schutzgebietszonen                       | 468,26      |
| Wasser- und Heilquellenschutzgebiete I   | 0,31        |
| Wasser- und Heilquellenschutzgebiete II  | 194,64      |
| Wasser- und Heilquellenschutzgebiete III | 681,47      |

Insgesamt nehmen alle Schutzgebiete eine Fläche von 3.064,70 Hektar in Kölleda ein, sodass noch eine Fläche von 5.887,13 Hektar (66%) übrig bleibt, auf der keine Einschränkungen durch Schutzgebiete gelten und die Installation von verschiedenen Wärm 技术en möglich ist.

### 3.3. Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie bezieht sich auf die Nutzung von Erdwärme in Tiefen von bis zu 400 m. Hierbei wird thermische Energie für Heiz- oder Kühl anwendungen aus den oberen Erd- und Gesteinsschichten oder dem Grundwasser gewonnen. Die Temperatur in diesen Tiefen liegt typischerweise zwischen 8 und 15 °C und erhöht sich um etwa 1 °C pro 30 m Tiefe. Die Nutzung dieser Erdwärme erfolgt hauptsächlich mittels Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren, die in Verbindung mit einer Wärmepumpe eingesetzt werden. Die Wärmepumpe dient dazu, die Temperatur der gewonnenen Erdwärme auf ein nutzbares Niveau von 30 bis 60 °C anzuheben. Die verschiedenen Methoden werden in der nachfolgenden Abbildung 47 dargelegt.

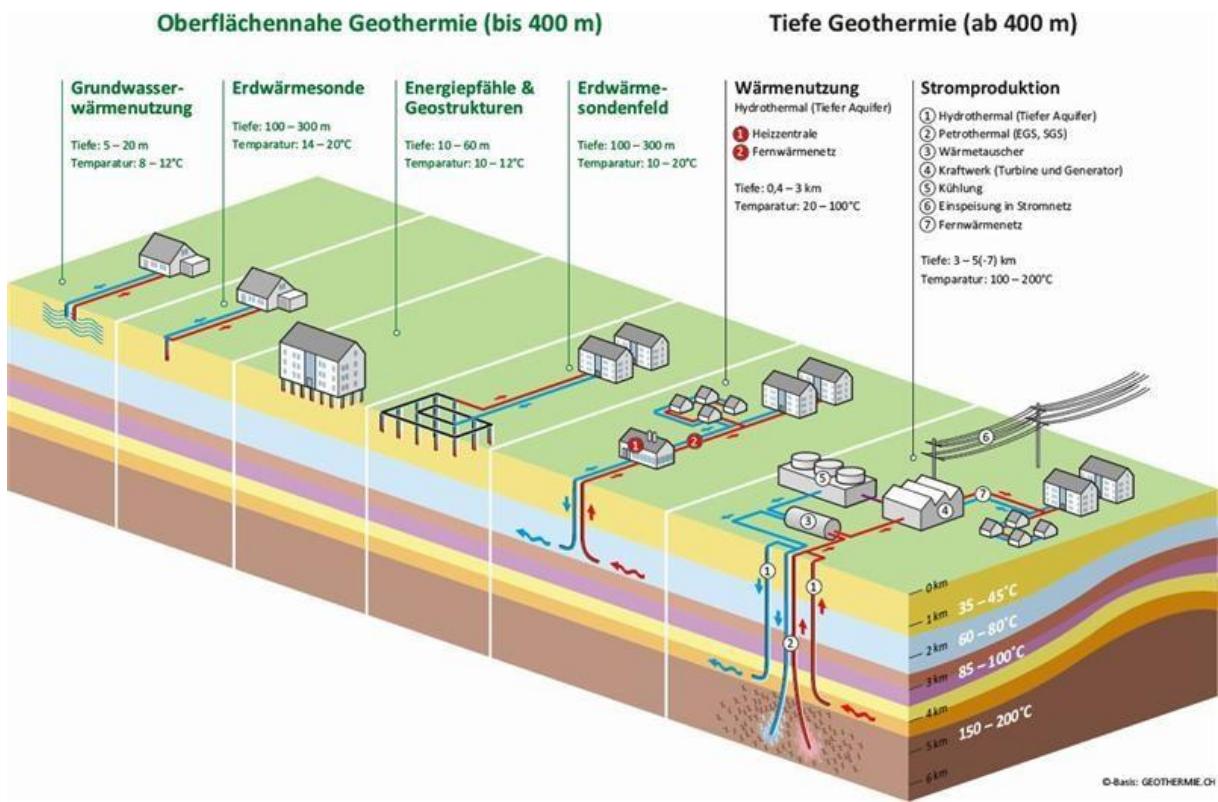


Abbildung 47: Übersicht geothermischer Nutzungsmöglichkeiten, Quelle: <https://www.vgtg.ch/geothermie.html>

Erdwärmesonden sind in Nord- und Mitteleuropa die am häufigsten angewendete Methode zur Nutzung von Geothermie. Diese Sonden nutzen konstante Temperatur in Tiefen von 15-20 m unter der Erdoberfläche, um Wärmeenergie zu gewinnen. Sie bestehen aus senkrechten Bohrungen, in die U-förmige Kunststoffrohre eingelassen werden. Durch diese Rohre fließt ein Wärmeträgermittel, dass die Wärme an die Oberfläche transportiert, wo sie von einer Wärmepumpe genutzt wird. Normalerweise werden Sonden in einer Tiefe von 40 bis 160 m installiert. Die Entzugsleistung hängt neben der Bohrtiefe auch von der Beschaffenheit des Bodens ab. Abhängig von Bodentyp und –feuchte (Lehm Boden, wasserführendem Kies- oder Sandboden etc.) variiert die Leistung zwischen 25 W/m bis 80 W/m bei 1.800 bis 2.400 Vollaststunden pro Jahr.

## Rechtliche Rahmenbedingungen

Die Nutzung oberflächennaher Geothermie im Gebiet Kölleda unterliegt spezifischen rechtlichen Rahmenbedingungen, die sich sowohl aus dem Wasser- als auch dem Bergrecht ergeben. Mit der im Jahr 2023 auf Bundesebene eingeleiteten Herausnahme der oberflächennahen Geothermie aus dem Bergrecht hat sich die Rechtslage grundlegend geändert. Seither gilt Erdwärme bis zu einer Tiefe von 400 Metern in der Regel nicht mehr als bergfreier Bodenschatz. Das bedeutet, dass bei einer eigentumsbezogenen Nutzung – etwa zur Beheizung eines einzelnen Gebäudes – keine bergrechtliche Genehmigung mehr erforderlich ist. Bergrechtlich relevant wird die Maßnahme jedoch weiterhin, wenn die Bohrtiefe 100 Meter überschreitet oder eine über das eigene Grundstück hinausgehende Nutzung wie etwa der Anschluss an ein Nahwärmennetz geplant ist. In diesen Fällen ist eine Anzeige bei der zuständigen Bergbehörde notwendig, gegebenenfalls ergänzt durch einen Betriebsplan.

Wasserrechtlich betrachtet fällt die Nutzung oberflächennaher Geothermie unter die Vorschriften des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) sowie des Thüringer Wassergesetzes (ThürWG). Hiernach ist jede geothermische Bohrmaßnahme, unabhängig von der Tiefe, mindestens zwei Monate vor dem geplanten Beginn bei der zuständigen Unteren Wasserbehörde anzugeben. Diese prüft unter anderem, ob es sich um eine Gewässerbenutzung gemäß § 9 WHG handelt und ob wasserrechtliche Genehmigungen oder zusätzliche Auflagen notwendig sind. Solche Anforderungen dienen insbesondere dem Schutz des Grundwassers und der Minimierung möglicher Umweltauswirkungen durch die geothermische Nutzung. Dabei werden regelmäßig technische Standards wie das DVGW-Arbeitsblatt W 120-2 herangezogen, das Anforderungen an Planung, Ausführung und Überwachung geothermischer Anlagen formuliert.

Für die Region Kölleda ergeben sich daraus wichtige Implikationen für die kommunale Wärmeplanung. Insbesondere im Zuge der systematischen Erhebung regenerativer Energiepotenziale sollte die Nutzung von Erdwärmesonden, Kollektoren und gegebenenfalls Grundwasserwärme in Betracht gezogen werden. Diese Potenziale müssen jedoch stets im Kontext der regionalen hydrogeologischen Gegebenheiten bewertet werden, etwa hinsichtlich der Grundwasserführung, der Schutzgebiete oder der geologischen Beschaffenheit des Untergrunds. Eine frühzeitige Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde sowie – bei tieferen Bohrungen – mit der Bergbehörde ist dabei essenziell, um rechtssichere Genehmigungsprozesse zu gewährleisten. Die Umweltverträglichkeit, insbesondere der Schutz der lokalen Wasserressourcen, steht dabei im Mittelpunkt der Bewertung.

Als fachliche Grundlage werden u. a. folgende Quellen herangezogen:

- Bundesberggesetz (BBergG), § 127 (Bohrtiefenregel)  
<https://www.gesetze-im-internet.de/bbergg/>
- WHG § 9 und § 49  
[https://www.gesetze-im-internet.de/whg\\_2009/\\_9.html](https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/_9.html)  
[https://www.gesetze-im-internet.de/whg\\_2009/\\_49.html](https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/_49.html)
- GGSC Newsletter Energie Oktober 2023  
<https://www.ggsc.de/aktuelles/newsletter/newsletter-energie-oktober-2023/geothermie-herausnahme-der-oberflächennahen-aus-dem-bergrecht-und-ueberragendes-öffentliches-interesse>
- TLUBN Thüringen – Verfahrenshandbuch und Allgemeinverfügungen  
[https://tlubn.thueringen.de/fileadmin/000\\_TLUBN/Wasser/Grundwasser/Verfahrenshandbuch\\_wasserrechtliche\\_Zulassungen\\_Erdwärmeanlagen.pdf](https://tlubn.thueringen.de/fileadmin/000_TLUBN/Wasser/Grundwasser/Verfahrenshandbuch_wasserrechtliche_Zulassungen_Erdwärmeanlagen.pdf)

## **Erdwärmesonden**

Erdwärmesonden zählen zu den bewährten Systemen der oberflächennahen Geothermie und kommen auch im Raum Kölleda zunehmend als nachhaltige Wärmelösung in Betracht. Dabei handelt es sich in der Regel um vertikal in den Untergrund eingebrachte Sonden, durch die eine Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert. Diese nimmt die im Erdreich gespeicherte Wärme auf und überträgt sie an eine Wärmepumpe. Aufgrund der konstanten Temperaturen in tiefen Bodenschichten ab etwa 10 Metern ermöglichen Erdwärmesonden eine hocheffiziente Beheizung von Wohn- und Gewerbegebäuden – auch bei den geologisch heterogenen Bedingungen des Saaletales.

### **Abstandsregelungen nach VDI 4640 Blatt 2**

Die Planung und Installation solcher Anlagen richtet sich nach der VDI-Richtlinie 4640 Blatt 2, welche bundesweit gültige Mindestanforderungen für Sicherheit, Effizienz und Schutz angrenzender Bereiche vorgibt. Diese legt u. a. fest:

- Mindestens 6 Meter Abstand zwischen mehreren Sonden eines Systems, um thermische Entkopplung zu gewährleisten,
- Mindestens 3 Meter Abstand zur Grundstücksgrenze,
- Mindestens 2 Meter Abstand zu bestehenden Gebäuden.

Diese Regelungen sind auch in Thüringen verbindlich anzuwenden und bilden die Grundlage für wasserrechtliche Anzeigen und Genehmigungen bei der Unteren Wasserbehörde. Ergänzend empfiehlt es sich, bei der Planung von Bohrungen ab 100 m Tiefe eine frühzeitige Abstimmung mit der Bergbehörde des Freistaats Thüringen vorzunehmen, um ggf. eine Betriebsplanpflicht gemäß § 127 BBergG zu prüfen.

## **Erdwärmekollektoren**

Erdwärmekollektoren stellen eine Alternative zu vertikalen Sonden dar und eignen sich besonders für Grundstücke mit größerer verfügbarer Fläche – was im ländlich geprägten Raum um Kölleda häufig gegeben ist. Diese Systeme bestehen aus flach im Erdreich (1–2 m Tiefe) verlegten Rohrschleifen, in denen ebenfalls eine Wärmeträgerflüssigkeit zirkuliert. Die über die Fläche aufgenommene Erdwärme wird einer Wärmepumpe zugeführt und zur Gebäudebeheizung oder Warmwasserbereitung genutzt.

### **Abstandsregelungen nach VDI 4640 Blatt 2**

Auch bei Flächenkollektoren schreibt die VDI 4640 Blatt 2 bestimmte Abstände vor, um thermische Beeinflussungen und nachbarschaftliche Konflikte zu vermeiden:

- 6 Meter Mindestabstand zwischen einzelnen Kollektorsträngen zur Vermeidung thermischer Überlagerungen,
- 3 Meter Abstand zur Nachbargrenze,
- 2 Meter Abstand zu Gebäuden.

Die typische Verlegetiefe zwischen 1,0 und 2,0 Metern sorgt für eine kosteneffiziente Installation und eine gute Wärmeausbeute. Wichtig ist hierbei, dass keine Schutzgebiete oder stark wasserführende Schichten im oberen Bodenprofil tangiert werden – was durch eine standortbezogene Prüfung im Vorfeld zu klären ist.

### Berechnung nach VDI 4640

Zur Abschätzung des geothermischen Potenzials und zur Vorbereitung der Bohrprofilberechnung nach VDI 4640 wurden die öffentlich zugänglichen Daten der Bohrpunktkarte der BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: <https://boreholemap.bgr.de/mapapps/resources/apps/boreholemap/index.html?lang=de> ) verwendet. Die interaktive Karte bietet eine umfassende Übersicht über verfügbare Bohrpunkte, deren Tiefen und Verteilung in verschiedenen Regionen Deutschlands, welche auch im GIS weiterverarbeitet werden können.

Die Abbildung 48 zeigt eine aggregierte Darstellung der Bohrpunktverteilung in einem 10x10 km-Raster rund um Kölleda. Die Rasterfelder sind farblich abgestuft nach der Anzahl dokumentierter Bohrpunkte:

- Hellblau steht für Bereiche mit wenigen Bohrungen (1–25),
- während dunklere Violettöne bis hin zu Magenta Gebiete mit einer sehr hohen Dichte von über 5000 Bohrpunkten markieren.

Die Region um Kölleda weist eine mittlere Dichte an Bohrungen auf (ca. 200–1000), was eine solide Datenbasis für geologische Einschätzungen bietet.

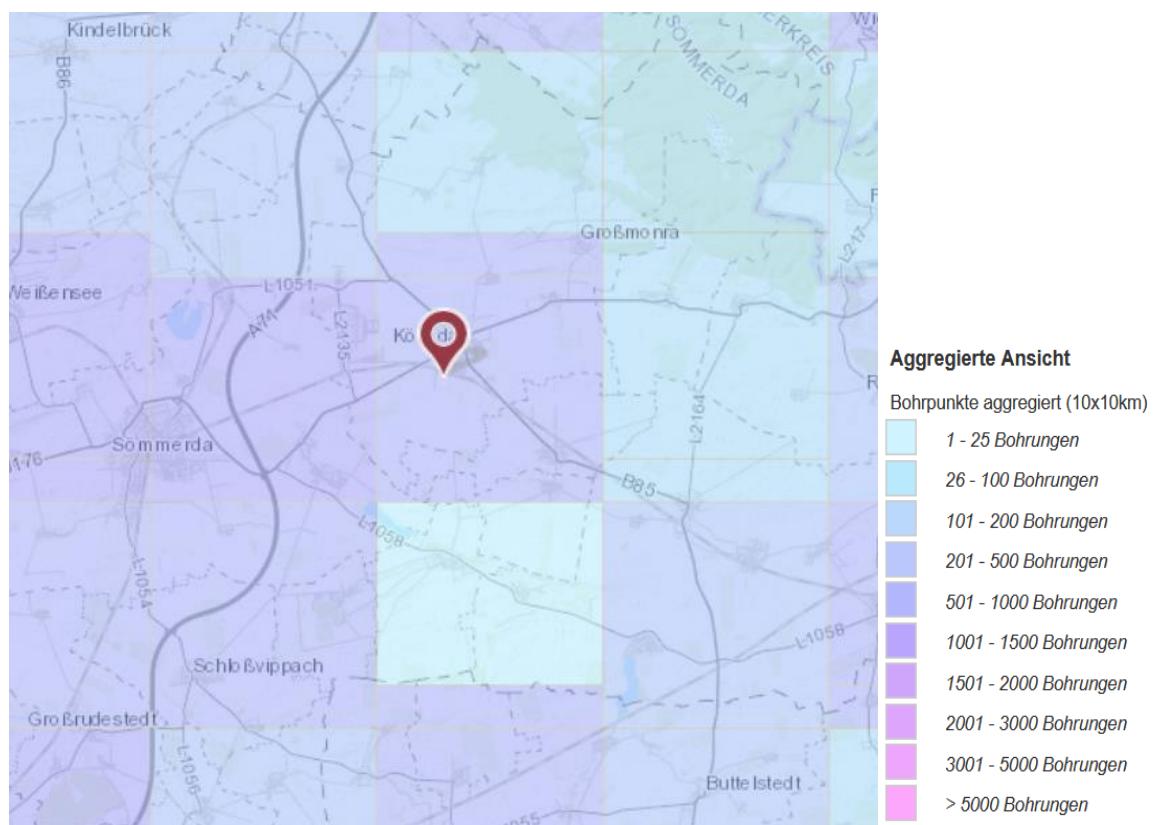


Abbildung 48 Bohrpunkte aggregiert (10x10km)

In der Abbildung 49 ist der Raum Kölleda in einer Einzelpunktdarstellung visualisiert. Insgesamt wurden 532 Bohrungen im Gebiet durchgeführt. Jeder Punkt steht für eine dokumentierte Bohrung und ist farblich und in der Symbolik nach Tiefe codiert:

- grünblau und kleine Symbolik repräsentiert sehr flache Bohrungen bis 1m,
- während Dunkelblau und große Symbolik für sehr tiefe Bohrungen bis 550 m steht.

Die Verteilung zeigt eine Mischung aus oberflächennahen und mitteltiefen Bohrungen, wobei besonders viele Bohrungen im Bereich von bis 25 – 500 m zu verzeichnen sind. Dies entspricht dem typischen Bereich für Erdwärmesonden im Rahmen der oberflächennahen Geothermie gemäß VDI 4640. Bei circa 65 % der Bohrungen erfolgte eine Bohrung bis in 25 m Tiefe.

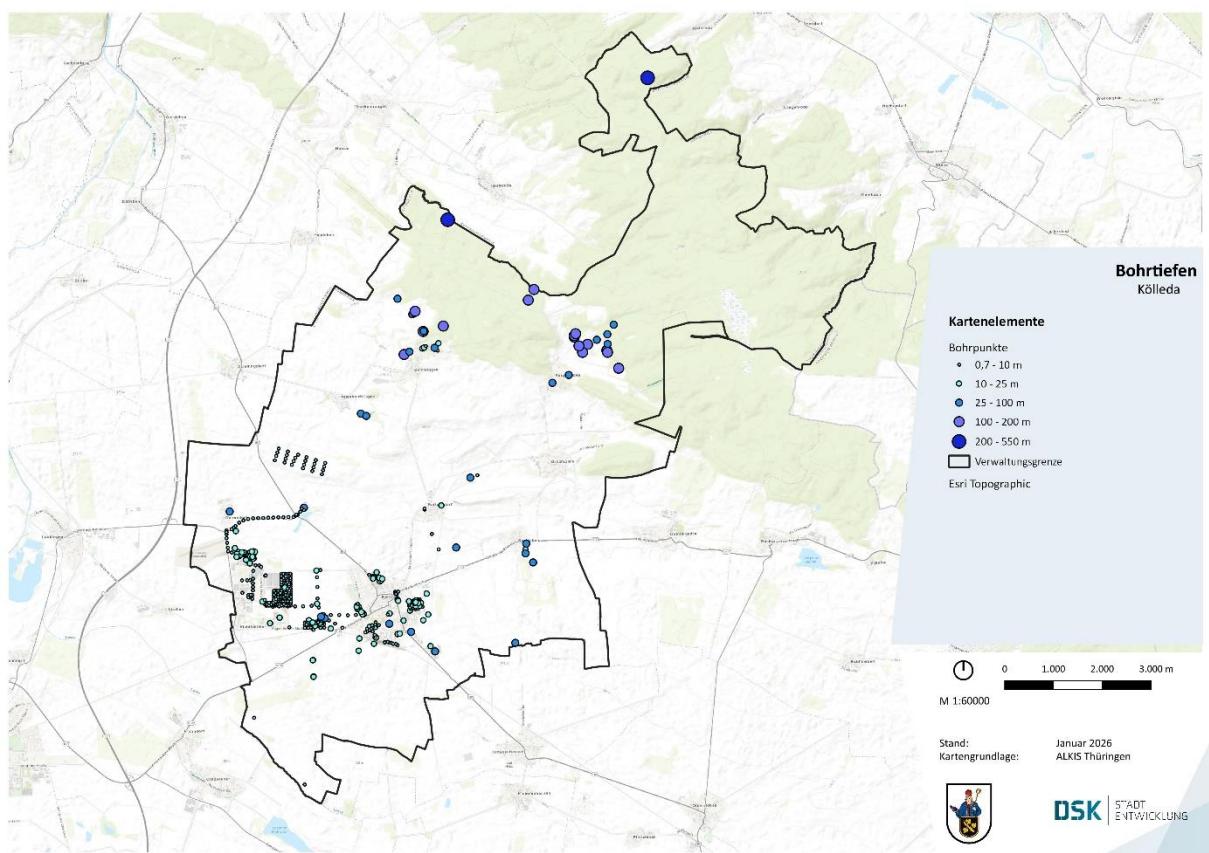
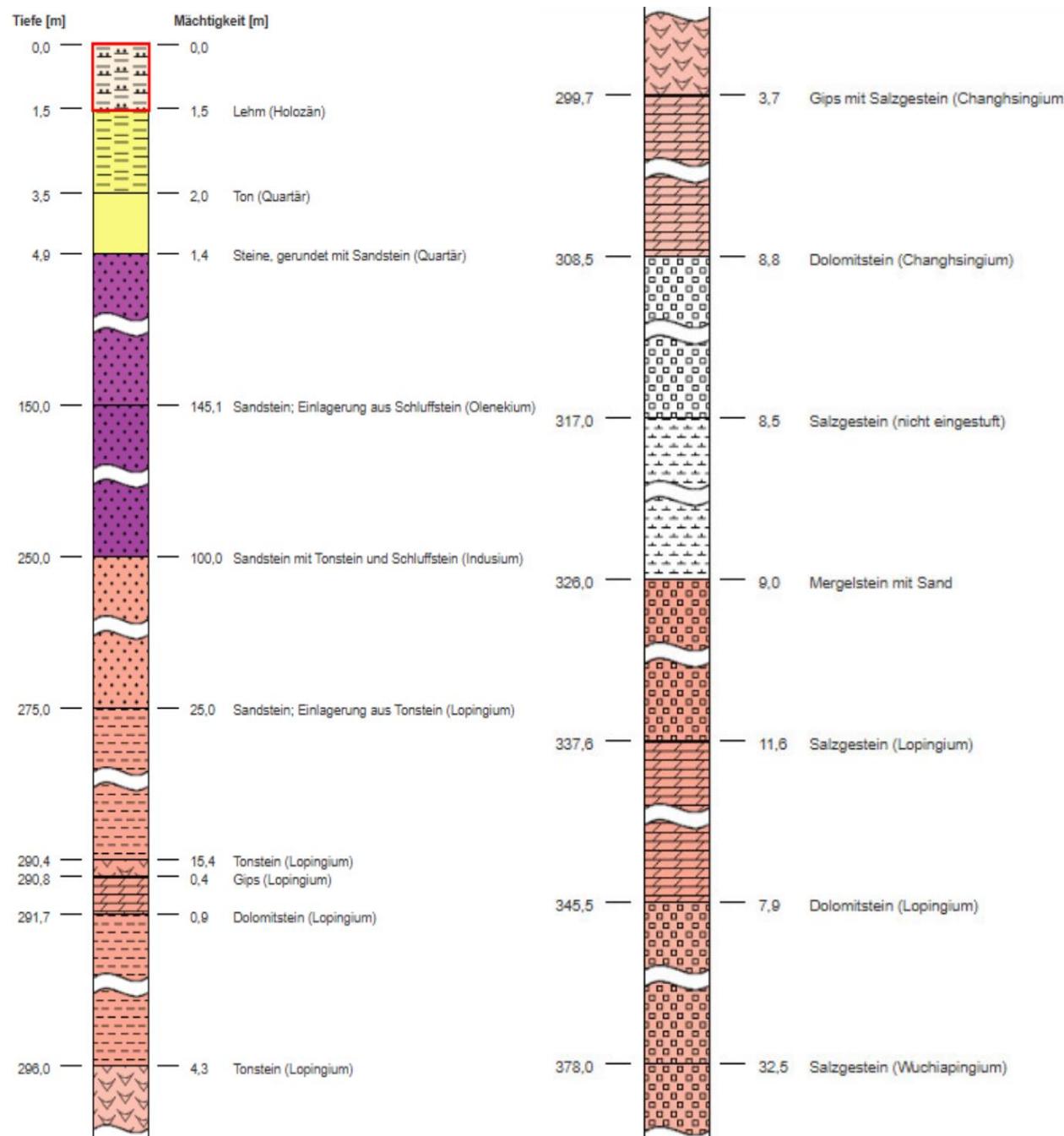


Abbildung 49: Verteilung der Bohrpunkte Quelle: DSK, 2025

Zur Einschätzung des geothermischen Potenzials wurden drei exemplarische Bohrszenarien in der Region Kölleda (Thüringen) unter Berücksichtigung der geologischen Untergrundbedingungen simuliert. Die Berechnung der nutzbaren Energiemenge erfolgte gemäß den Vorgaben der VDI-Richtlinie 4640 (Tabelle 9), wobei insbesondere die Bohrtiefe, der Untergrundtyp (nachfolgend dargestellt) sowie die spezifische Entzugsleistung als zentrale Einflussfaktoren einbezogen wurden.

Tabelle 9: Spezifische Wärmeentzugsleistungen für unterschiedliche Untergründe (VDI 4640)

| Geologischer Untergrund                                                                                                      | Spezifische Entzugsleistung<br>für 1800 Stunden (W/m) | Spezifische Entzugsleistung<br>für 2400 Stunden (W/m) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Schlechter Untergrund (trockenes Sediment) ( $\lambda < 1,5 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ )                           | 25                                                    | 20                                                    |
| Normaler Festgestein untergrund und wassergesättigtes Sediment ( $\lambda = 1,5 - 3,0 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ) | 60                                                    | 50                                                    |
| Festgestein mit hoher Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda > 3,0 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ )                             | 84                                                    | 70                                                    |
| Kies, Sand, trocken                                                                                                          | 21                                                    | 16                                                    |
| Kies, Sand, wasserführend                                                                                                    | 72,5                                                  | 60                                                    |
| bei starkem Grundwasserfluss in Kies und Sand, für Einzelanlagen                                                             | 90                                                    | 90                                                    |
| Ton, Lehm, feucht                                                                                                            | 42,5                                                  | 35                                                    |
| Kalkstein, massiv                                                                                                            | 62,5                                                  | 52,5                                                  |
| Sandstein                                                                                                                    | 72,5                                                  | 60                                                    |
| saure Magmatite (z.B. Granit)                                                                                                | 75                                                    | 62,5                                                  |
| basische Magmatite (z.B. Basalt)                                                                                             | 57,5                                                  | 45                                                    |
| Gneis                                                                                                                        | 77,5                                                  | 65                                                    |



Wie in Abbildung 50 zu sehen, liegt ein Großteil der Bohrungen in Gebieten, die von den Lösslandschaften des Berglandes sowie von silikatischen und carbonatischen Gesteinen geprägt sind.

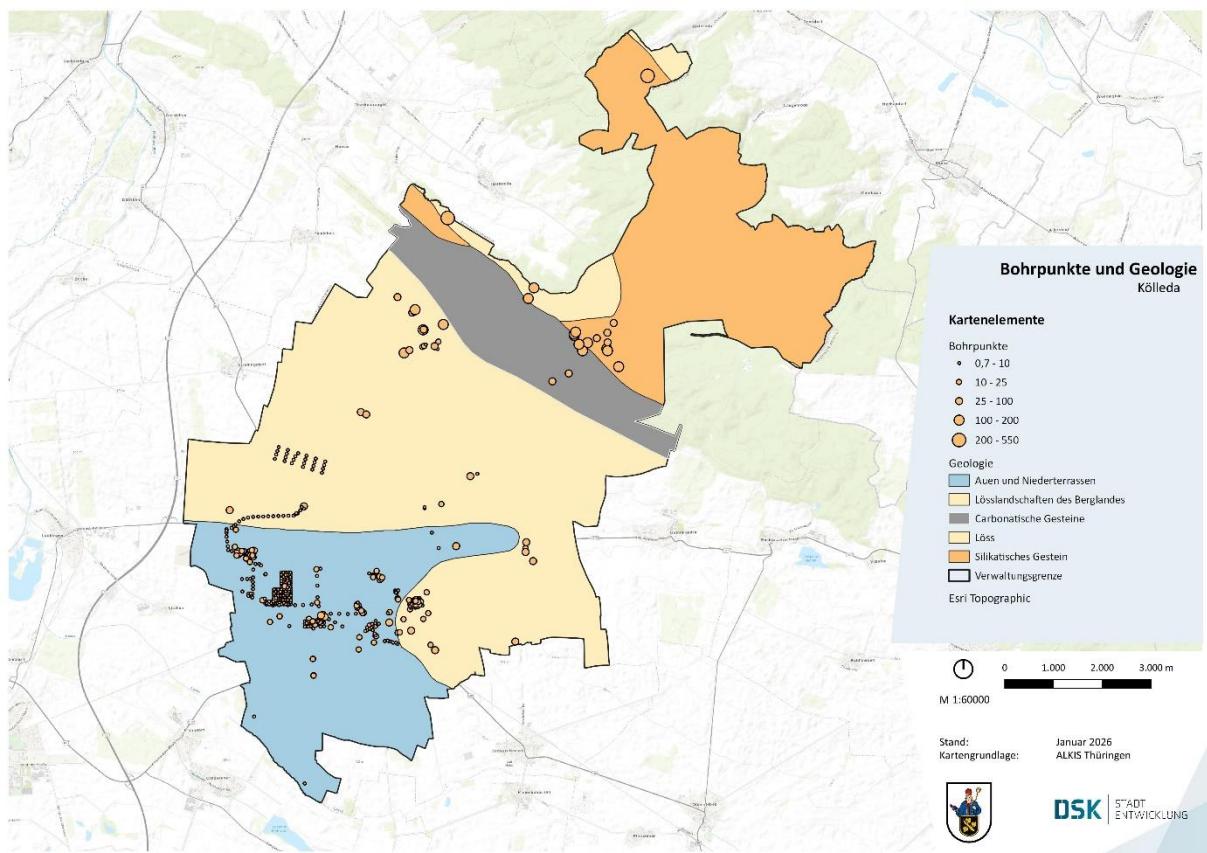


Abbildung 50:Bohrpunkte und Geologie Quelle: DSK, 2025

Aus diesem Grund wird für die Szenarien das Sediment Schluff mit der entsprechenden spezifischen Entzugsleistung angenommen. Darüber hinaus weist ein Großteil der Bohrlöcher Tiefen bis 25 m auf, weshalb für die Szenarien eine entsprechend geringe Bohrtiefe verwandt wurde. Sehr wenige Bohrungen erfolgten in größeren Tiefen. Diese Bohrungen liegen in Gebieten mit vorrangig silikatischem Gestein, was im dritten Szenario berücksichtigt wurde.

Tabelle 10: Vergleich verschiedener Szenarien für geothermische Erdwärmesonden

| Kriterien                     | Szenario 1 | Szenario 2 | Szenario 3 |
|-------------------------------|------------|------------|------------|
| Bohrtiefe [m]                 | 25         | 200        | 300        |
| Sediment                      | Schluff    | Schluff    | Sandstein  |
| spez. Entzugsleistung [W/m]   | 66         | 66         | 66         |
| Betriebsstunden [h]           | 2100       | 2100       | 2100       |
| nutzbare Energiemenge [kWh/a] | 3.478      | 27.825     | 41.580     |

Die nutzbare Energiemenge Q ergibt sich aus:

$$\frac{\text{kWh}}{a} = \frac{\text{Bohrtiefe[m]} * \text{spez. Entzugsleistung} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}} \right] * \text{Betriebsstunden[h]}}{1000}$$

Diese Formel wurde zur Ermittlung der Werte in Tabelle 10 verwendet. Die Ergebnisse zeigen einen linearen Anstieg der nutzbaren Energiemenge mit zunehmender Bohrtiefe, was im Wesentlichen auf die größere Wärmetauschfläche sowie das größere temperierte Volumen im Untergrund zurückzuführen ist.

Laut den Referenzwerten der VDI 4640 liegt die spezifische Entzugsleistung für Sandstein bei 72,5 W/m (für 1800 h/a) bzw. 60 W/m (für 2400 h/a). Für eine Betriebsdauer von 2100 Stunden wurde im Beispiel ein interpolierter Mittelwert von 66 W/m angenommen – dieser liegt realistisch zwischen den beiden Vorgabewerten der VDI.

| Gestein/Material                    | Wärmeleitfähigkeit in W/mK |                 | Wärmekapazität in MJ/m <sup>3</sup> K |        |
|-------------------------------------|----------------------------|-----------------|---------------------------------------|--------|
|                                     | feucht                     | wassergesättigt | Min                                   | Max    |
| Torf, Mudder                        | 0.7                        | 0.7             | 0.5                                   | 3.8    |
| Ton                                 | 1.8                        | 1.8             | 2.0                                   | 2.8    |
| Schluff                             | 1.8                        | 1.8             | 2.0                                   | 2.8    |
| Sand                                | 1.4                        | 2.4             | 2.2                                   | 2.8    |
| Kies                                | 0.4                        | 2.0             | 2.2                                   | 2.6    |
| Geschiebemergel, -lehm              | 2.4                        | 2.4             | 1.5                                   | 2.5    |
| Mergel (Kalk-, Tonmergel)           | 1.8                        | 1.8             | n.a.                                  | n.a.   |
| Tonstein                            | 2.2                        | 2.2             | 2.1                                   | 2.4    |
| Schluffstein                        | 2.2                        | 2.2             | 2.1                                   | 2.4    |
| Sandstein                           | 2.8                        | 2.8             | 1.8                                   | 2.6    |
| Mergelstein (Kalk-, Tonmergelstein) | 2.3                        | 2.3             | 2.2                                   | 2.3    |
| Schreibkreide                       | 1.6                        | 1.6             | n.a.                                  | n.a.   |
| Kalkstein                           | 2.7                        | 2.7             | 2.1                                   | 2.4    |
| Luft                                |                            | 0.02            |                                       | 0.0012 |
| Wasser                              |                            | 0.59            |                                       | 4.15   |
| Eis                                 |                            | 2.32            |                                       | 1.87   |
| Stahl                               |                            | 60              |                                       | 3.12   |
| Kunststoff (HD-PE)                  |                            | 0.42            |                                       | 1.8    |
| Bentonit                            |                            | 0.60            |                                       | 3.9    |

Abbildung 51: Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität von Gesteinen und Materialien

Die Abbildung 52 zeigt, wo in der Gemeinde Kölleda die Wärmeleitfähigkeit in 40 m Tiefe am höchsten ist.

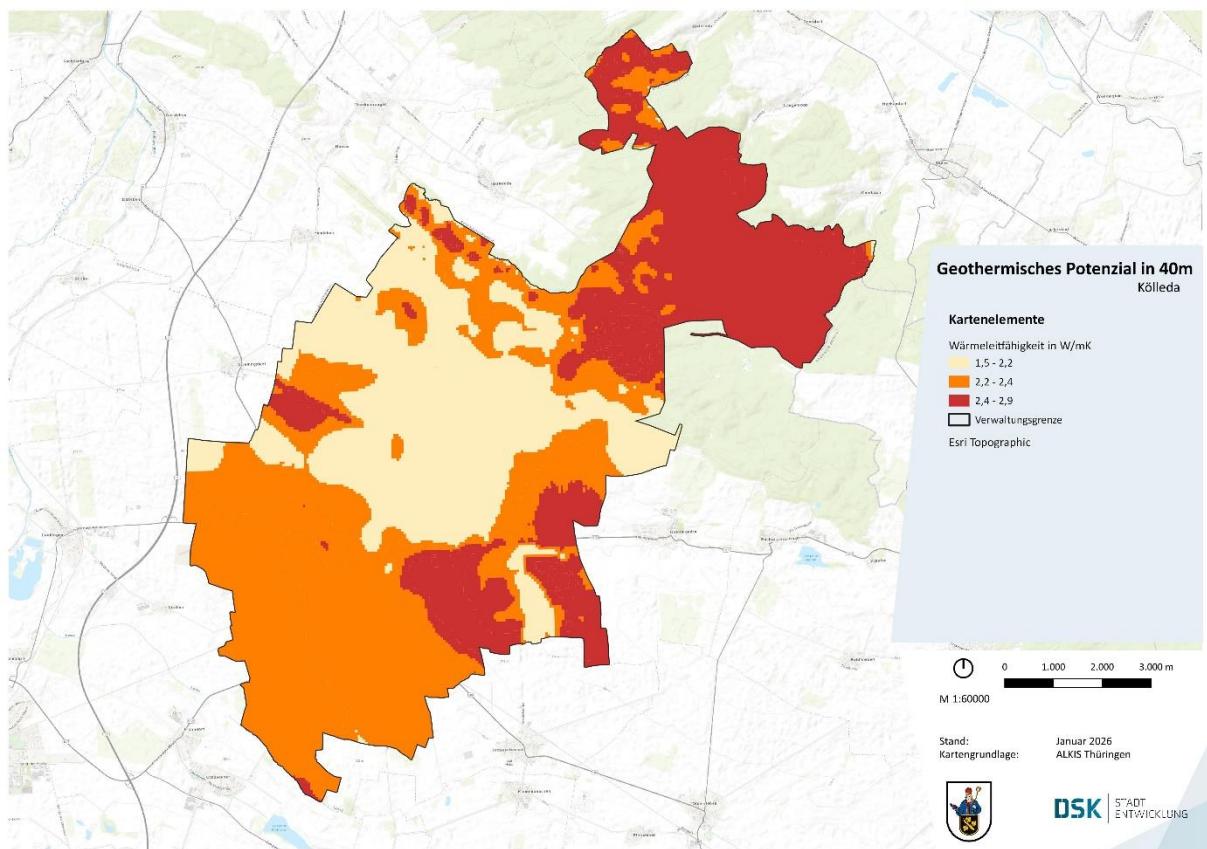


Abbildung 52: Geothermisches Potenzial in 40 m Tiefe Quelle: DSK, 2025

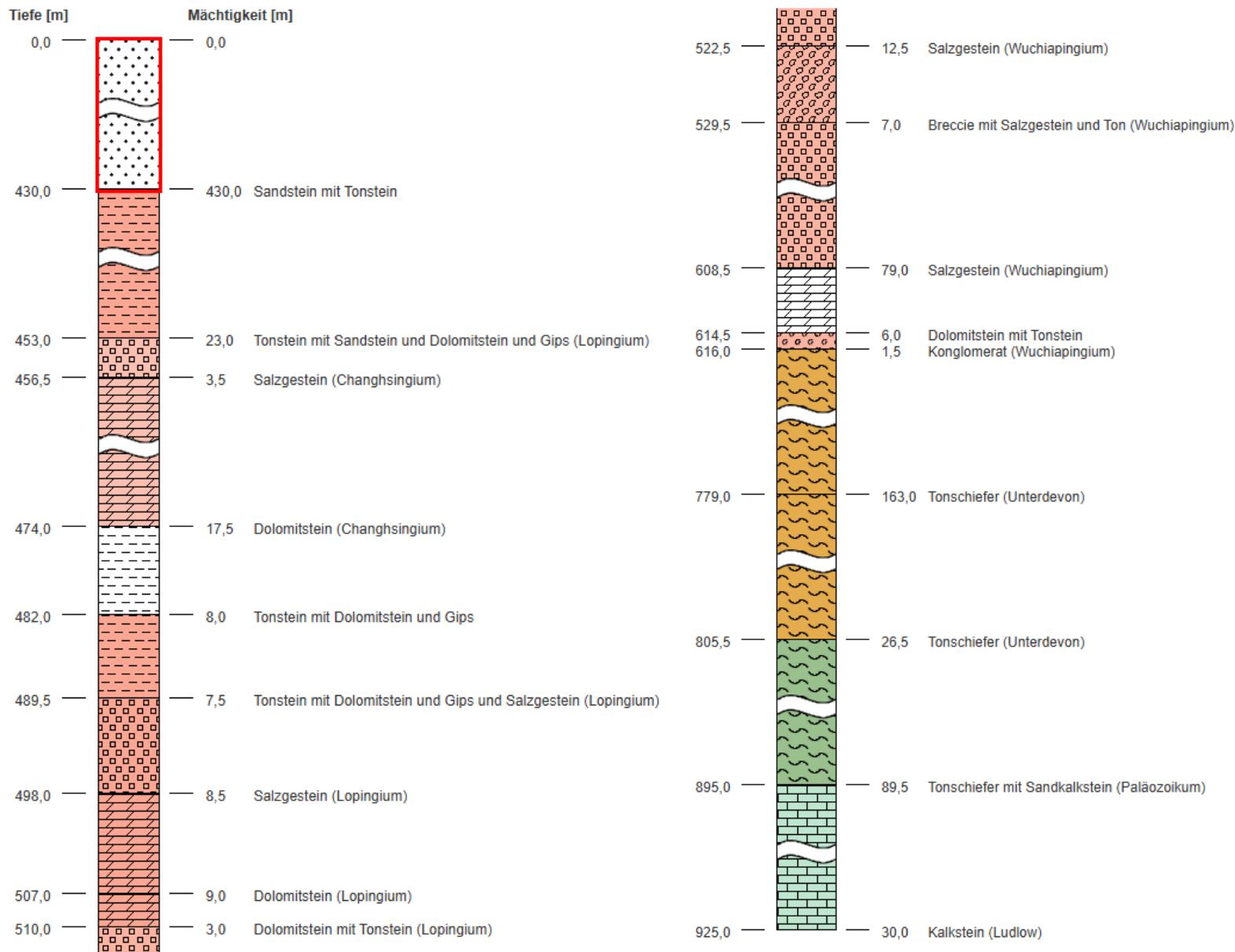
Die drei Szenarien zeigen deutlich, dass sowohl Bohrtiefe als auch die thermischen Eigenschaften des Sediments maßgeblich die geothermisch nutzbare Energie beeinflussen. Besonders bei zunehmender Tiefe steigt der Einfluss des Untergrundmaterials, da sich über größere Tiefen auch geringfügige Unterschiede in der Wärmeleitfähigkeit stärker auswirken.

Die getroffenen Annahmen (z. B. Betriebsstunden, Entzugsleistungen) entsprechen praxisnahen Bedingungen kleiner bis mittlerer Erdwärmeanlagen im privaten oder kommunalen Bereich. Die Berechnung erlaubt somit eine erste realistische Abschätzung der Energiepotenziale und dient als Grundlage für die weitere Planung – etwa zur Dimensionierung von Wärmepumpensystemen oder zur Entscheidung über die Wirtschaftlichkeit einer Bohrmaßnahme.

### 3.4. Mittlere- und Tiefengeothermie

Die Nutzung von Erdwärme aus mitteltiefen und tiefen geologischen Schichten stellt eine besonders nachhaltige Form der Energiegewinnung dar. In der Region Kölleda liegen günstige geologische Voraussetzungen für mitteltiefe Geothermie vor, um diese Potenziale für die Wärmeversorgung zu erschließen.

Ab etwa 400 m Tiefe beginnt der nutzbare Bereich für mitteltiefe Geothermie, mit einer anvisierten Zieltiefe von 900 m. Die tiefste Bohrung in Kölleda wurde in 550 m Tiefe vorgenommen.



## Berechnung der Wärmeleistung

Zur überschlägigen Berechnung des geothermischen Potenzials wird die folgende Formel herangezogen:

$$Q = \lambda \cdot A \cdot \Delta T$$

- $\lambda$  - Wärmeleitfähigkeit von wassergesättigtem Sandstein
- A - Querschnittsfläche des Bohrlochs (abhängig vom Bohrdurchmesser)
- $\Delta T$  - Temperaturdifferenz zwischen Bohrtiefe und Oberfläche.

Tabelle 11: Bohrparameter und Wärmeleistung

| Bohrdurchmesser [mm] | d [m] | A [m <sup>2</sup> ] | Q [W/m] |
|----------------------|-------|---------------------|---------|
| 100                  | 0,10  | 0,00785             | 0,616   |
| 150                  | 0,15  | 0,01767             | 1,385   |
| 200                  | 0,20  | 0,03142             | 2,463   |

## Energieinhalt des geförderten Wassers

Zur weiteren Bewertung wird auch die thermische Energie betrachtet, die aus dem geförderten Wasserstrom entzogen werden kann. Dabei wurden folgende physikalischen Konstanten verwendet:

- Spezifische Wärmekapazität von Wasser:  $c = 4,18 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K} = 4180 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$
- Dichte von Wasser:  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$

Somit ergibt sich ein Energieinhalt von:

$$Q = \rho \cdot c \cdot \Delta T = 1.000 \cdot 4.180 \cdot 28 = 117.040.000 \frac{J}{m^3} \approx 32,5 \frac{Wh}{m^3}$$

## Jahreswärmemenge bei 100 m<sup>3</sup>/h Fördermenge

Wird eine Fördermenge von 100 m<sup>3</sup>/h über 8.760 Betriebsstunden (Vollauslastung) angesetzt, ergibt sich ein Jahresvolumen von:

$$100 \frac{m^3}{h} \cdot 8.760h = 876.000 \frac{m^3}{a}$$

Dies entspricht einer jährlichen Wärmemenge von:

$$876.000 \cdot 32,5 Wh = 28.479.733 \frac{kWh}{a}$$

## Szenarienvergleich:

Ein größerer Bohrdurchmesser und die damit einhergehende höhere Fördermenge führen zu einem deutlich höheren Wärmegewinn bei gleichbleibender Effizienz. So steigt die jährliche Wärmemenge von rund 28,5 MWh bei 100 mm Bohrdurchmesser und 100 m<sup>3</sup>/h Fördermenge auf etwa 114 MWh bei 200 mm Bohrdurchmesser und 400 m<sup>3</sup>/h Fördermenge (siehe Tabelle 12), was einer Vervierfachung der jährlichen Wärmemenge entspricht. Die Wärmeerzeugung pro Kubikmeter Wasser bleibt dabei konstant bei etwa 32,5 kWh/m<sup>3</sup>. Durch den Einsatz

eines Dublettensystems lässt sich die Leistung zusätzlich um rund 30 % steigern, was den Gesamtertrag insbesondere bei größeren Anlagen nochmals erheblich verbessert.

Tabelle 12: Leistungs- und Energiekennwerte für unterschiedliche Bohrdurchmesser

| Bohrdurchmesser<br>[mm] | Fördermenge<br>[m <sup>3</sup> /h] | Jahresvolumen<br>[m <sup>3</sup> ] | Wärmemenge<br>[kWh/a] | Dublettensystem<br>(+30%) [kWh/a] |
|-------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 100                     | 100                                | 876.000                            | 28.479.733            | 37.023.653                        |
| 150                     | 225                                | 1.971.000                          | 64.079.400            | 83.303.220                        |
| 200                     | 400                                | 3.504.000                          | 113.918.933           | 148.094.613                       |

### 3.5. Abwärme

Für das Gebiet Kölleda wurde ein relevantes Potenzial an unvermeidbarer industrieller Abwärme am Standort MDC Power GmbH, Kölleda, identifiziert. Die Erfassung erfolgte gemäß den Vorgaben des § 17 Abs. 1 Nr. 3 und Nr. 6 EnEfG. Das Werk ist über die Plattform für Abwärme der Bundesstelle für Energieeffizienz öffentlich gelistet (Stand Juli 2025)

- Unternehmen: MDC Power GmbH
- Betriebsstätte: Kölleda
- Adresse: Rudolf-Caracciola-Straße 1, 99625
- Datenquelle: Plattform für Abwärme der BfEE, Stand Juli 2025  
[https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform\\_fuer\\_Abwärme/plattform\\_fuer\\_abwärme\\_node.html](https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwärme/plattform_fuer_abwärme_node.html)

Tabelle 13: Erfasste Abwärmeströme am Standort

| Aggregat (Ofen / Zone) | Wärmemenge * (kWh/a) | Max. therm. Leistung ** (kW) |
|------------------------|----------------------|------------------------------|
| Kühltürme Gebäude 1    | 4.933.000            | 1.002                        |
| Kühltürme Gebäude 7    | 958.000              | 112                          |
| Abwärme Druckluft      | 417.000              | 167                          |
| <b>Gesamtpotenzial</b> | <b>8.583.000</b>     | <b>1.320</b>                 |

\*Es ist ein Maß dafür, wie viel Energie innerhalb eines Kalenderjahres von einem Abwärmepotential an die Umwelt abgegeben wird

\*\* Gibt an wie viel Wärme ein Potential pro Zeiteinheit maximal abgeben wird

Die am Standort anfallende unvermeidbare Abwärme summiert sich auf rund 8,58 GWh pro Jahr. Die maximal abrufbare Leistung liegt bei 1.320 kW, was eine kontinuierliche Einspeisung in ein Nah- oder Fernwärmesystem grundsätzlich ermöglicht.

Die erfasste Abwärme stellt ein wertvolles Potenzial dar, das für die Nutzung in einem Wärmesystem, wie einem Nah- oder Fernwärmennetz, in Betracht gezogen werden kann. In Gesprächen mit der MDC Power GmbH wurde

jedoch mitgeteilt, dass sich durch unternehmensinterne Veränderungen die Abwärmeströme in den nächsten Jahren verringern. Die kontinuierliche Verfügbarkeit der Abwärme würde eine stabile Einspeisung in ein solches System ermöglichen, was zu einer effizienten Energienutzung führt würde. Die Integration der Abwärme könnte somit zu einer Verringerung des Primärenergiebedarfs und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes beitragen.

#### Weitere Schritte und unklare Aspekte

Um die Nutzung der Abwärme konkret umzusetzen, sind mehrere Schritte notwendig:

- **Abstimmung mit dem Unternehmen:** Zunächst sollte eine detaillierte Abstimmung mit dem Unternehmen erfolgen, um festzustellen, ob Erweiterungen oder Änderungen in der Abwärmeproduktion geplant sind, die das Potenzial beeinflussen könnten.
- **Technische Machbarkeit:** Es muss geprüft werden, wie die Abwärme in bestehende oder geplante Wärmesysteme integriert werden kann. Dies umfasst die technische Ausgestaltung, Infrastruktur und die Anpassung des Wärmenetzes an die verfügbaren Abwärmeströme. Dabei ist eine **Abstimmung mit benachbarten Unternehmen** sinnvoll, die von geringen Temperaturen profitieren könnten, wie beispielsweise für Hallenheizungen oder andere industrielle Anwendungen.
- **Rechtliche und finanzielle Rahmenbedingungen:** Die rechtlichen Aspekte, wie Fördermöglichkeiten oder vertragliche Regelungen zur Nutzung der Abwärme, müssen geklärt werden. Darüber hinaus sollten die finanziellen Bedingungen, einschließlich der Rentabilität des Projekts, bewertet werden.

#### Fazit

Das Abwärmepotenzial in Kölleda bietet eine bedeutende Chance für die Region, ihre Energieversorgung effizienter und nachhaltiger zu gestalten. Die Verfügbarkeit von 8,58 GWh Abwärme jährlich stellt eine wertvolle Ressource für die Wärmeversorgung dar. Um das Potenzial zu nutzen, sind jedoch weitere Untersuchungen und konkrete Absprachen erforderlich, um eine nachhaltige und effiziente Integration in ein Wärmesystem zu gewährleisten.

### 3.6. Außenluft

Luft-Wasser-Wärmepumpen nutzen die in der Außenluft vorhandene Umweltwärme, um diese für die Beheizung von Gebäuden und die Warmwasserbereitung technisch nutzbar zu machen. Selbst bei niedrigen Außentemperaturen enthalten große Luftmassen noch nutzbare thermische Energie. Mithilfe eines elektrisch betriebenen Prozesses kann diese Umweltenergie auf ein höheres Temperaturniveau gebracht und effizient für die Wärmeversorgung eingesetzt werden. Luft-Wärmepumpen zählen somit zu den Schlüsseltechnologien im Rahmen der Wärmewende und bieten eine praxiserprobte Lösung zur klimafreundlichen Versorgung sowohl von Bestandsgebäuden als auch von Neubauten.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Technologie liegt in der vergleichsweisen einfachen Erschließung: Im Gegensatz zu Erd- oder Grundwasser-Wärmepumpen ist keine Tiefenbohrung oder wasserrechtliche Genehmigung erforderlich. Dies ermöglicht einen breiten Anwendungsbereich, von Einfamilienhäusern bis hin zu Mehrfamilienhäusern oder kleineren Nahwärmelösungen auf Quartiersebene.

Die technische Funktionsweise basiert auf einem geschlossenen thermodynamischen Kreisprozess, bei dem ein spezielles Kältemittel als Wärmeträger dient. Dieser Prozess gliedert sich in vier Hauptphasen:

#### **Wärmeaufnahme durch die Umgebungsluft**

Über einen Ventilator wird Außenluft angesaugt. Im Verdampfer überträgt diese Luft ihre thermische Energie auf das flüssige Kältemittel, das dabei verdampft – also in einen gasförmigen Zustand übergeht.

#### **Verdichtung (Kompression)**

Das gasförmige Kältemittel wird im Kompressor unter hohem Druck verdichtet. Dabei steigt seine Temperatur erheblich an, was die Nutzung für Heizzwecke ermöglicht.

#### **Wärmeübertragung an das Heizsystem**

Im Kondensator gibt das nun heiße Kältemittel seine Energie an das interne Heizmedium (in der Regel Wasser) ab. Dadurch kondensiert es wieder zu einer Flüssigkeit.

#### **Druckentspannung und Kreislaufschluss**

Über ein Expansionsventil wird das Kältemittel wieder entspannt, wodurch es stark abkühlt und erneut in den Verdampfer gelangt. Der Kreislauf beginnt von vorn.

Die nachstehende Abbildung zeigt diesen Kreislauf exemplarisch auf:

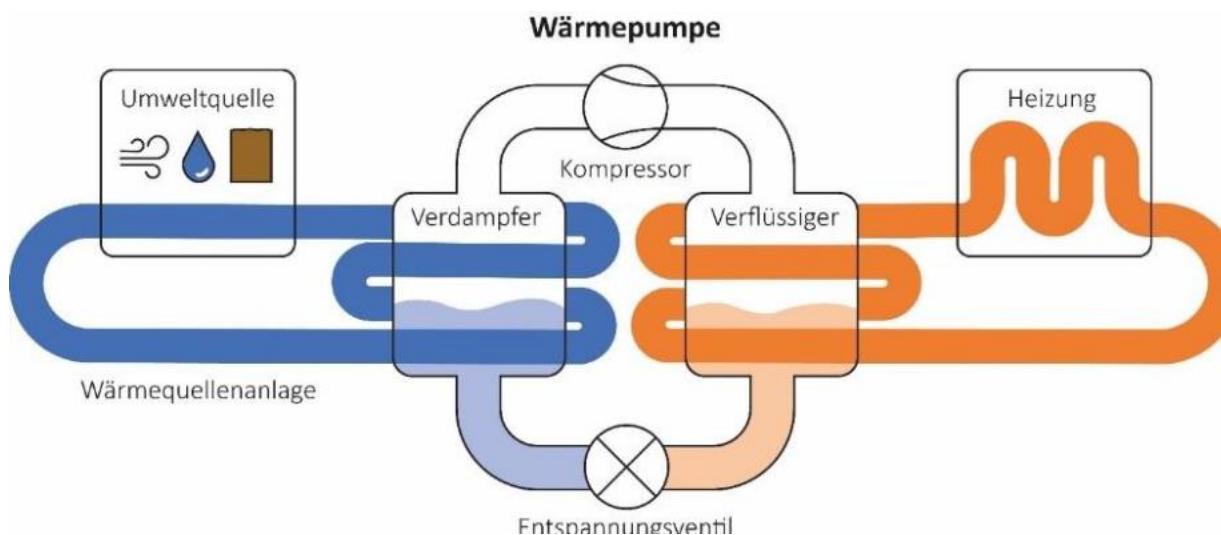


Abbildung 53 Funktionsweise einer Wärmepumpe, Quelle: DSK GmbH

Wesentliche limitierende Faktoren für Luft-Wärmepumpen sind dabei Schallemissionswerte zu Nachbargebäuden, welche besonders in dichtbesiedelten Gebieten auftreten können.

Tabelle 14 Abstandsregelungen Wärmepumpennutzung nach Gebieten

| Gebietstyp (FNP / BauNVO)   | Nachtgrenzwert [dB(A)] | Erforderlicher Mindestabstand bei Spitzenlast<br>50 dB (A) |
|-----------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------|
| Reines Wohngebiet (WR)      | 35                     | 5,6 m                                                      |
| Allgemeines Wohngebiet (WA) | 40                     | 3,2 m                                                      |
| Dorfgebiet (MD)             | 40-45                  | 3,2-1,8 m                                                  |
| Mischgebiet (MI)            | 45                     | 1,8 m                                                      |
| Wohnbaufläche (FNP)         | 35-40                  | 5,6-3,2 m                                                  |
| Sonderbaufläche (SO)        | 35-55                  | 5,6-<1 m                                                   |
| Gewerbegebiet (GE)          | 50                     | ≤ 1 m                                                      |
| Industriegebiet (GI)        | 70                     | Direkte Aufstellung möglich                                |

Tabelle 14 zeigt mögliche Einschränkungen für den Einsatz von Wärmepumpen und nennt die erforderlichen Mindestabstände bei Spitzenlasten in unterschiedlichen Gebietstypen, etwa dicht bebauten Wohngebieten, dörflichen Strukturen oder Gewerbegebieten. Auf Grundlage der Abstands- und Lärmkriterien wurde eine Eignungskarte erstellt, die die Bebauungsstruktur auswertet und Gebiete hinsichtlich ihrer Tauglichkeit für eine Wärmeversorgung mit Wärmepumpen bewertet (siehe Abbildung 54)

Im Untersuchungsgebiet wurden nur wenige Gebiete rechnerisch als ungeeignet für den Einsatz von Wärmepumpen eingestuft. Selbst dort kann in der Regel bei einer standortbezogenen Prüfung sichergestellt werden, dass die erforderlichen Abstandsregelungen eingehalten werden.

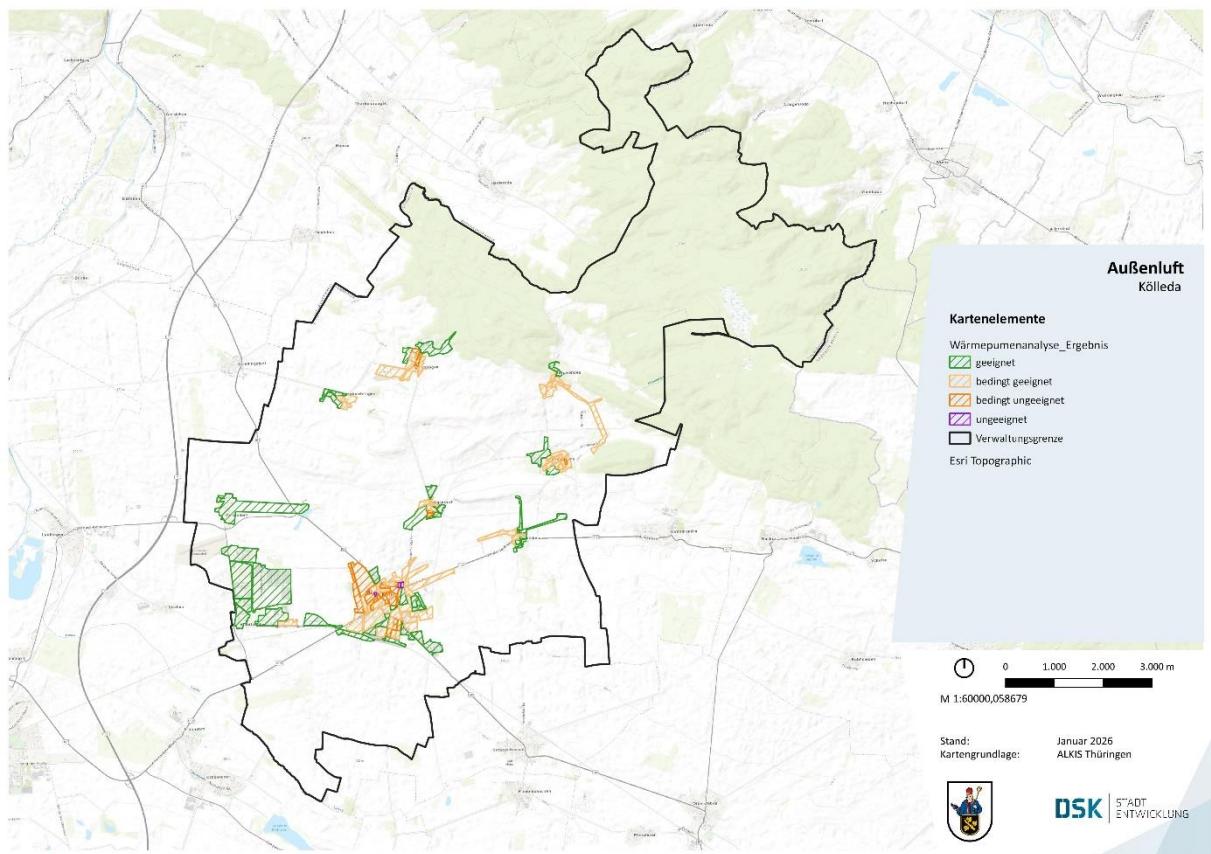


Abbildung 54 Wärmepumpenanalyse

### 3.7. Dachflächen Solarthermie / Photovoltaik (PV)

Solare Energiequellen nehmen eine zentrale Rolle in der Transformation der Wärme- und Stromversorgung ein. Insbesondere **Photovoltaik (PV)** und **Solarthermie** ermöglichen eine direkte Nutzung der Sonneneinstrahlung und stellen damit unverzichtbare Bausteine für eine klimaneutrale Energieversorgung auf kommunaler Ebene dar. Beide Technologien greifen auf die gleiche primäre Energiequelle, die Sonnenstrahlung, zurück. Sie setzen diese jedoch auf unterschiedliche Weisen um: Photovoltaik zur **Stromerzeugung**, Solarthermie zur **Wärmegegewinnung**.

#### Stromerzeugung durch den Photoeffekt

Photovoltaikanlagen wandeln Sonnenlicht mittels des sogenannten Photoeffekts direkt in elektrische Energie um. In den Solarzellen, meist aus Silizium gefertigt, werden durch einfallende Photonen Elektronen aus dem Kristallgitter gelöst. Diese freiwerdenden Elektronen werden durch ein elektrisches Feld in der Zelle getrennt und erzeugen dadurch einen Gleichstrom. Über einen Wechselrichter wird dieser in netzkompatiblen Wechselstrom umgewandelt.

Die Stromerzeugung erfolgt emissionsfrei und lässt sich flexibel auf Dächern, Fassaden oder Freiflächen integrieren. In der kommunalen Wärmeplanung kann Photovoltaik beispielsweise zur Deckung des Strombedarfs von Wärmepumpen, Quartiersspeichern oder Netzpumpen beitragen und damit sektorenübergreifende Synergien schaffen.

## Wärmebereitstellung durch Sonnenkollektoren

Solarthermische Anlagen nutzen die Sonneneinstrahlung, um Wärme direkt bereitzustellen. In Flach- oder Vakuumröhrenkollektoren wird ein Wärmeträgermedium (meist Wasser oder ein Wasser-Glykol-Gemisch) durch Sonnenenergie erwärmt. Dieses zirkuliert in einem geschlossenen Wärmeaustauschkreislauf zwischen den Kollektoren und einem Wärmespeicher.

Im Speicher wird die übertragene Wärme zwischengespeichert und kann anschließend für die Trinkwassererwärmung oder die Gebäudeheizung genutzt werden. Solarthermieanlagen zeichnen sich durch hohe Wirkungsgrade bei der Umwandlung von Sonnenstrahlung in nutzbare Wärme aus und sind besonders effektiv in Kombination mit Niedertemperatursystemen und saisonalen Speichern.

Die Analyse zur Nutzung von Dachflächen für Photovoltaik im südlichen Saaletal basiert auf einem mehrstufigen methodischen Verfahren, das auf geodatenbasierten Auswertungen beruht. Ziel ist es, das technisch realisierbare Solarpotenzial präzise und standortgenau zu erfassen.

Im ersten Schritt wurden auf Basis von LOD2-Gebäudemodellen aus dem Thüringer ALKIS-Datensatz sämtliche Dachflächen im Untersuchungsgebiet erfasst. Ergänzt wurden diese durch ein Digitales Oberflächenmodell (DOM) mit einer Auflösung von  $1 \times 1$  Meter sowie meteorologischen Strahlungsdaten des Deutschen Wetterdienstes. Diese Grundlage ermöglicht eine detaillierte Berechnung der jährlichen Globalstrahlung auf jeder einzelnen Dachfläche – unter Einbezug der geografischen Ausrichtung, Neigung und Verschattung durch umliegende Bebauung oder Vegetation.

Im Rahmen der Analyse wurden bestimmte Flächen ausgeschlossen, um die Ergebnisqualität zu optimieren. So gelten Dachflächen mit einer Neigung von mehr als 60 Grad als ungeeignet für die Installation von PV-Modulen und wurden daher nicht berücksichtigt. Ebenso wurden alle Flächen ausgespielt, deren simulierte jährliche Sonneneinstrahlung unter 600 kWh pro Quadratmeter liegt – ein Wert, unterhalb dessen ein wirtschaftlicher Betrieb in der Regel nicht mehr darstellbar ist.

Die verbleibenden, als geeignet bewerteten Dachflächen wurden sodann mit den berechneten Strahlungswerten verschnitten. Dadurch konnte für jede Fläche das spezifische Solarpotenzial auf Quadratmeterbasis bestimmt werden. Die Analyse liefert sowohl die aufsummierte Einstrahlung je Dachfläche als auch den Durchschnittswert pro Quadratmeter – eine wichtige Grundlage für die spätere Berechnung möglicher Stromerträge. In Abbildung 55 sind die Solarerträge dargestellt. Neben den Erträgen der Dachflächen ist auch die Schattenwurfanalyse zu sehen, die zusätzlich aufzeigt, wie sich Schattenschwankungen auf die Ertragswerte auswirken.

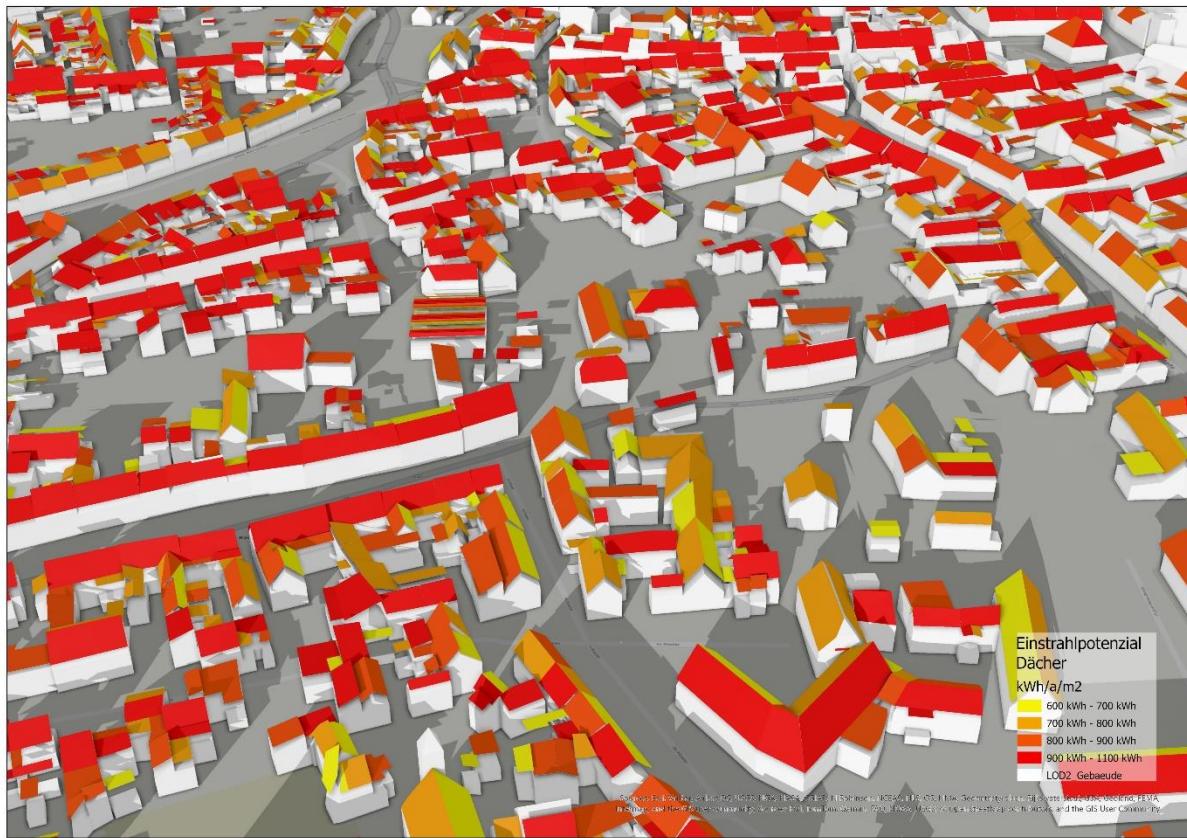


Abbildung 55: Solarerträge für die Potenzialanalyse der Dächer in der 3D-Ansicht

In einem weiteren Analyseschritt wurden diese Flächen mit Annahmen zur technischen Belegung von PV-Modulen kombiniert. So lassen sich unterschiedliche Modultypen und Wirkungsgrade simulieren, um potenzielle Ausbaukonfigurationen abzuleiten. Diese Modularität ermöglicht eine flexible Weiterverwendung der Daten – sei es für politische Zielwertdefinitionen, Bürgerbeteiligungsprojekte oder individuelle Investitionsentscheidungen.

Die methodische Herangehensweise stellt sicher, dass nur die Flächen mit ausreichendem Ertragspotenzial in die Berechnung einfließen. Sie schafft damit eine belastbare und praxisnahe Grundlage für strategische Ausbauentscheidungen im gesamten südlichen Saaletal.

### Ermittlung konkreter Photovoltaik-Produktionspotenziale

Die zuvor ermittelten geeigneten Dachflächen wurden in einem weiteren Schritt detailliert analysiert, um das konkrete Photovoltaik-Erzeugungspotenzial je Gemeinde zu ermitteln. Grundlage dieser Berechnung ist die durchschnittliche jährliche Globalstrahlung, die für jede einzelne Dachfläche modelliert wurde. Durch Multiplikation des spezifischen Einstrahlungswertes mit der jeweiligen Dachfläche ergibt sich zunächst ein theoretisches Einstrahlpotenzial in Kilowattstunden pro Jahr.

Dieses Einstrahlpotenzial wurde im Anschluss mit einem exemplarischen Modulwirkungsgrad von 25 % multipliziert, um ein realistisches, jedoch zukunftsgerichtetes Stromerzeugungspotenzial zu ermitteln. Der angenommene Wirkungsgrad liegt über dem heutigen Standard, berücksichtigt jedoch die dynamische Weiterentwicklung der Solartechnologie. Die Effizienz moderner PV-Module steigt kontinuierlich, sodass dieser Wert als ambitionierter, aber plausibler Referenzwert für kommende Ausbaustufen betrachtet werden kann.

Zusätzlich wurde ein pauschaler Abzugsfaktor von 10 % berücksichtigt, um bauliche Einschränkungen wie Dachfenster, Schornsteine oder andere nicht belegbare Dachflächen realistisch zu bewerten. Die abschließende Berechnung des jährlichen Stromerzeugungspotenzials pro Dachfläche folgt somit der Formel:

$$\text{Stromertrag (kWh/Jahr)} = \text{Einstrahlung} \times \text{Fläche} \times 0,25 \times 0,95$$

Die daraus resultierende Gesamtaufstellung für das Untersuchungsgebiet zeigt das gesamte technische Potenzial der Solarstromproduktion bei vollständiger Nutzung der ermittelten geeigneten Dachflächen. Nachfolgend werden die untersuchten Dachflächen und das resultierende PV-Produktionspotenzial für das gesamte Untersuchungsgebiet dargestellt. Die mittleren Einstrahlungswerte liegen bei 619 kWh im Jahr. Das PV-Produktionspotenzial für das gesamte Untersuchungsgebiet liegt bei 211.500 kWh im Jahr.

Tabelle 15 Produktionspotenzial von Dach-PV - Kölleda

| Anzahl<br>Dachflächen | Ø<br>Dachflächenfläche<br>(m <sup>2</sup> ) | Nutzbare<br>Fläche<br>(m <sup>2</sup> ) | Gesamte<br>Einstrahlungswerte<br>(kWh) | Mittlere<br>Einstrahlungswerte<br>(kWh) | PV-<br>Produktionspotenzial<br>(kWh) |
|-----------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| 17.326                | 619                                         | 1.065.329                               | 14.393.100                             | 832                                     | 211.500                              |

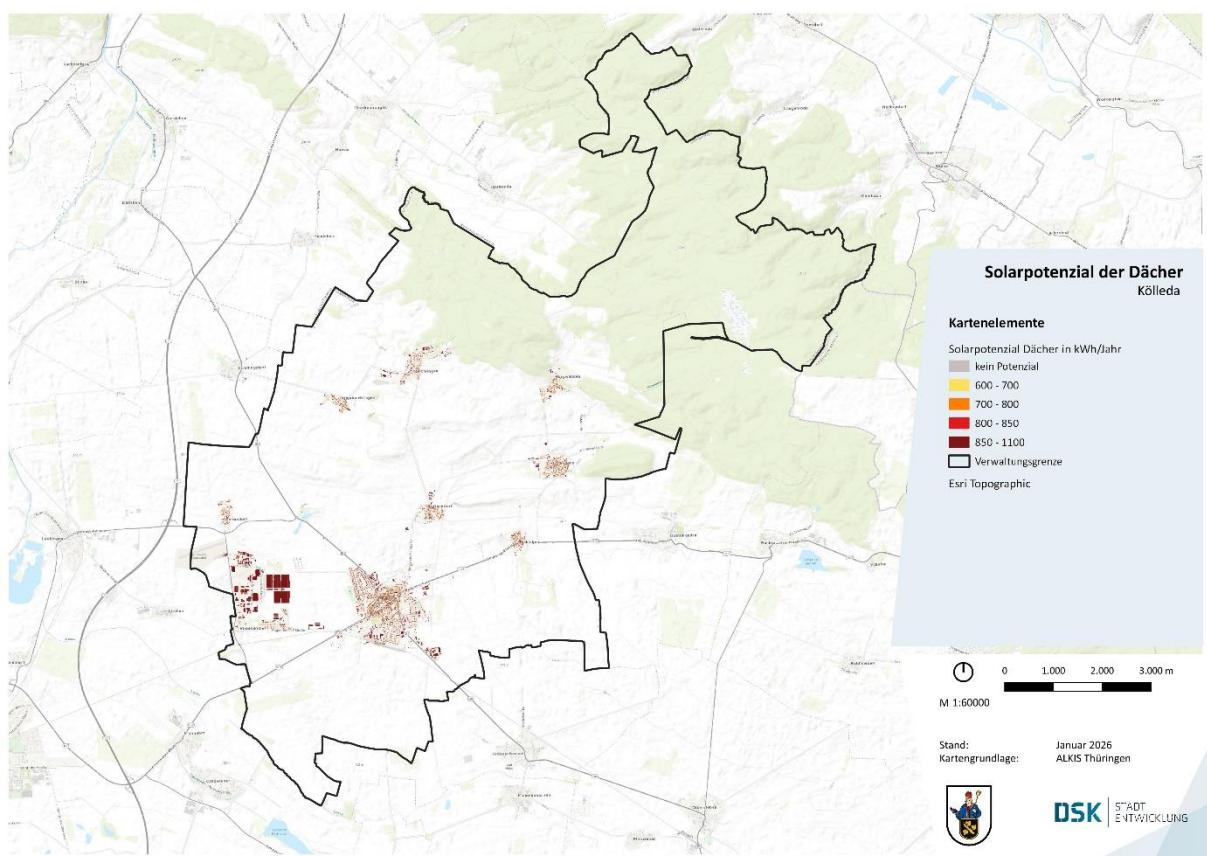


Abbildung 56 PV-Dachanalyse Verwaltungsgebiet Kölleda Quelle: DSK, 2025

Für die gemarkungsscharfe Betrachtung wird in der anschließenden Tabelle das Ergebnis auf Gemarkungsebene aufgeschlüsselt. So ergibt sich für jede Kommune die Anzahl der analysierten Gebäude, die insgesamt als geeignet bewertete Dachfläche in Frage kommen.

Ein besonders hohes PV-Produktionspotenzial weist mit 81,5 Mio. kWh im Jahr der Industriekomplex in der Nähe von Kölleda auf, gefolgt von der Stadt Kölleda mit 75,5 Mio. kWh im Jahr. Die Gemarkung Dermsdorf weist mit 4,3 Mio. kWh im Jahr das geringste PV-Produktionspotenzial auf.

Tabelle 16 PV-Produktionspotenzial nach Gemeinde

| Gemarkung/<br>Stadt                     | Anzahl<br>Dachflächen | Durchschnittl<br>iche<br>Dachflächen-<br>fläche [qm] | Nutzbare<br>Fläche [qm] | Gesamte<br>Einstrahlungs<br>werte<br>[kWh/a] | Mittlere<br>Einstrahlun<br>gsweise<br>[kWh/(a*m<br>²)] | PV-Produktions-<br>potenzial<br>[kWh/a] |
|-----------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Großmonra                               | 1.832                 | 36                                                   | 65.449                  | 1.512.959                                    | 827                                                    | 12.858.191                              |
| Burgwenden                              | 764                   | 45                                                   | 34.157                  | 632.094                                      | 827                                                    | 6.711.605                               |
| Beichlingen                             | 1.250                 | 48                                                   | 60.027                  | 1.054.532                                    | 844                                                    | 12.027.087                              |
| Altenbeichlin<br>gen                    | 637                   | 38                                                   | 24.257                  | 533.979                                      | 838                                                    | 4.829.343                               |
| Tunzmühle,<br>Feldmühle,<br>Wiesenmühle | 742                   | 37                                                   | 27.527                  | 610.878                                      | 823                                                    | 5.382.324                               |
| Battgendorf                             | 886                   | 48                                                   | 42.795                  | 732.196                                      | 826                                                    | 8.399.400                               |
| Dermsdorf                               | 526                   | 41                                                   | 21.754                  | 436.205                                      | 829                                                    | 4.284.512                               |
| Kiebitzhöhe                             | 1.430                 | 285                                                  | 406.907                 | 1.186.627                                    | 844                                                    | 81.561.695                              |
| Kölleda                                 | 9.259                 | 41                                                   | 382.458                 | 7.693.683                                    | 831                                                    | 75.518.213                              |
| <b>Gesamt</b>                           | <b>17.326</b>         | <b>69</b>                                            | <b>1.065.329</b>        | <b>14.393.152</b>                            | <b>832</b>                                             | <b>211.572.370</b>                      |

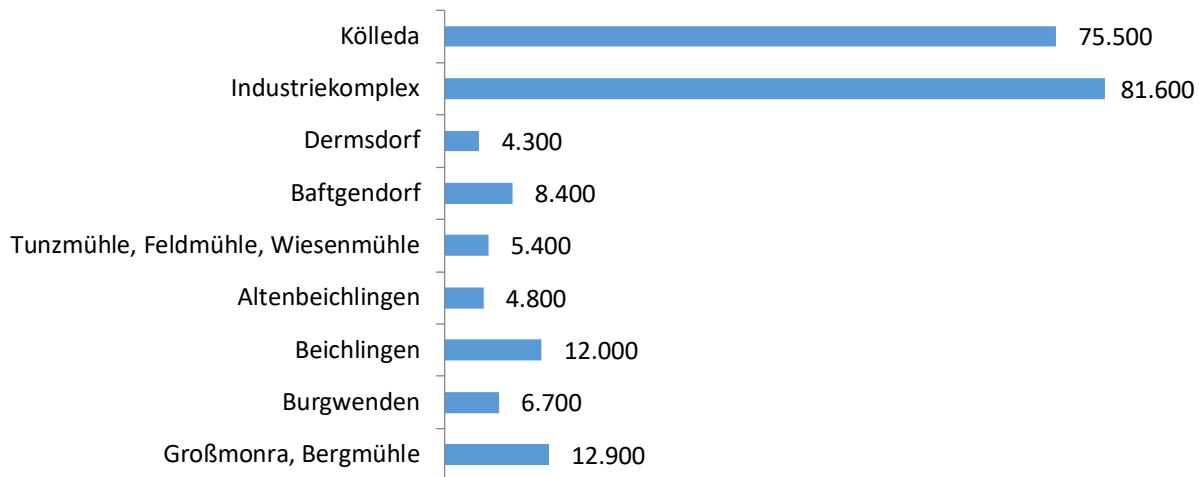


Abbildung 57 Produktionspotenzial von Dach-PV Kölleda PV- Dach [MWh/a]– gemarkungsscharf

Grundsätzlich lassen sich für das Untersuchungsgebiet sehr hohe Potenziale im Bereich der Dachflächen identifizieren, die für die energetische Nutzung bspw. auch mit PV- oder Solarthermieanlagen geeignet sind. Das mögliche Erzeugungspotenzial lässt sich jedoch nicht einfach mit dem Wärmeversorgungsbedarf zusammenzuführen. Denn die Erzeugungskurve bei PV- und Solarthermieanlagen korreliert nicht mit der Bedarfskurve im Bereich der Wärmeversorgung. Der Sonnenertrag steht primär in den Sommermonaten zur Verfügung, wogegen die Wärmeabnahme hauptsächlich in den Wintermonaten stattfindet. Die saisonale Speicherung von Strom über längere Zeiträume ist nicht wirtschaftlich sinnvoll. Ebenso kann die solarthermische Wärme nur limitiert gespeichert werden. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass Sonnenenergie in ihrer direkten Form lediglich eine Teilrolle bei der Wärmeversorgung übernehmen kann (Warmwasserbereitung im Sommer, partiell in den Übergangszeiten).

### 3.8. Freiflächen Photovoltaik

Neben der Nutzung von Dachflächen eröffnet insbesondere der Einsatz von Photovoltaik auf Freiflächen – etwa auf Wiesen, Ackerflächen oder Konversionsarealen – ein erhebliches technisches Potenzial. Rein physikalisch könnten dort aufgrund ihrer Ausdehnung sehr hohe Strommengen erzeugt werden. Technisch wäre ein umfassender Ausbau auf nahezu allen verfügbaren Flächen ohne harte Nutzungseinschränkungen möglich – dies stellt jedoch weder das Ziel noch das planerische Leitbild dieser Analyse dar.

Im Vordergrund steht vielmehr die gezielte Nutzung geeigneter Flächen, etwa zur Deckung bilanzieller Versorgungslücken, für netzbasierte Energieversorgungsvorhaben oder zur Realisierung konkreter Projekte auf kommunaler oder privater Ebene. Entsprechend wurde in dieser Analyse bewusst auf die Berechnung theoretischer Strommengen verzichtet. Stattdessen liegt der Schwerpunkt auf der systematischen Identifikation von Flächen mit geeigneten Rahmenbedingungen – als strategische Reserve oder potenzieller Beitrag zur regionalen Energiewende.

Die Nutzung von Freiflächen für PV ist mit deutlich höheren Anforderungen verbunden als bei Dachanlagen. Im ländlichen Raum konkurriert sie häufig mit bestehenden Nutzungen, wie Landwirtschaft, Tourismus, landschaftlicher Ästhetik oder Erholung. Besonderes Augenmerk gilt daher der Priorisierung bereits versiegelter

oder vorbelasteter Flächen, etwa entlang von Infrastrukturachsen oder auf Konversionsarealen – um ökologisch wertvolle oder landwirtschaftlich genutzte Böden möglichst zu schonen.

Grundsätzlich könnten auf allen verfügbaren Flächen ohne harte Ausschlusskriterien PV-Anlagen errichtet werden, allerdings ist dies nicht in allen Fällen wirtschaftlich sinnvoll. Wenn kein großer Verbraucher in unmittelbarer Nähe vorhanden ist, erfolgt die Stromvermarktung in der Regel über die Mechanismen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG). Auf bestimmten privilegierten Flächen – insbesondere innerhalb eines 500-Meter-Korridors entlang von Bundesautobahnen und Bahntrassen sowie auf Konversionsflächen gemäß § 48 EEG Abs. 1 Nr. 3c – ist eine wirtschaftliche Nutzung durch EEG-Förderung gezielt möglich. Seit Anfang 2023 gelten 200-Meter-Korridore entlang dieser Infrastrukturen zudem als bauplanungsrechtlich privilegiert (§ 35 BauGB Abs. 1 Nr. 8b). Darüber hinaus erlaubt das EEG bereits seit 2016 unter bestimmten Bedingungen die Nutzung von landwirtschaftlich benachteiligten Flächen. Gleichzeitig nimmt die Bedeutung von Direktvermarktungsmodellen zu: Angesichts steigender Strompreise können große PV-Freiflächenanlagen zunehmend auch ohne EEG-Vergütung wirtschaftlich betrieben werden – insbesondere dann, wenn regionale Abnehmer, PPAs (Power Purchase Agreements) oder Speicherlösungen vorhanden sind.

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen der Analyse eine abgestufte Bewertung potenzieller Freiflächen vorgenommen. Ziel war es nicht, pauschal Ausbauflächen zu definieren, sondern solche Flächen zu identifizieren, die unter realistischen Bedingungen und unter Berücksichtigung bestehender Nutzungsinteressen tatsächlich für eine PV-Nutzung in Frage kommen könnten.

Zur systematischen Bewertung wurde eine sogenannte Flächenkulisse entwickelt, die auf drei Kategorien von Standortfaktoren basiert:

- **Harte Ausschlusskriterien (HK):** führen zum vollständigen Ausschluss der betreffenden Flächen (z. B. Naturschutzgebiete).
- **Weiche Ausschlusskriterien (WK):** mindern die Eignung einer Fläche und wurden mit negativen Punktwerten belegt.
- **Begünstigende Faktoren:** steigern die Eignung und wurden mit Pluspunkten versehen – je nach Ausprägung und Relevanz.

Die resultierenden Punktwerte erlauben eine abgestufte Bewertung der Eignung: Flächen mit vielen positiven Standortmerkmalen und wenigen Nutzungskonflikten werden höher bewertet, während konfliktbehaftete Standorte entsprechend niedriger eingestuft sind. Die folgende Tabelle gibt einen vollständigen Überblick über die angewandten Kriterien und deren jeweilige Bewertung: 1

Als Grundlage für die Auswertungen diente die flurstückbasierte Flächennutzungskarte, welche aus den verfügbaren ALKIS-Daten generiert werden konnte. Zunächst wurden die harten Ausschlussfaktoren entfernt,

---

<sup>1</sup> (QUELLE: EIGENE DARSTELLUNG EVF 2024; DATENQUELLEN: GEOPORTAL THÜRINGEN, LRASHK, REGIONALPLAN OSTTHÜRINGEN, SAALERADWEG.DE, STADT KAHLA, TMIL, TLUBN)

um sicherzustellen, dass beispielsweise keine Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Naturschutzgebieten geplant werden. Anschließend folgte die Bewertung der verbleibenden Flächen. Dabei wurden sowohl weiche Ausschlussfaktoren als auch begünstigende Faktoren berücksichtigt. Boden ist ein wertvolles und endliches Gut. Damit wertvolle Böden nicht der Landwirtschaft entzogen werden, wurde auch die Acker-/Grünlandzahl in die Bewertung aufgenommen. Unfruchtbare Böden erhalten für die Freiflächenphotovoltaikbewertung einen Pluspunkt. Fruchtbare Böden erhalten im Gegensatz eine negative Bewertung für Solarnutzung. Auch Förderbedingungen wie die Eignung des Einstrahlwinkels wurde mit Zusatzpunkten besser gewertet. Die Bewertungsfaktoren wurden mit der Flurstücks-Karte verschnitten und anschließend summiert. Die Ergebnisse der Flächenanalyse sind in nachfolgenden Karte dargestellt.

Tabelle 17 Übersicht der Kriterien zur Flächenkulisse für PV-Anlagen auf Freiflächen

| Kriterium                                                                              | Eignung /<br>Ausschluss | Punkte |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|
| Vogelschutzgebiet                                                                      | HK                      | -      |
| Naturschutzgebiet                                                                      | HK                      | -      |
| FFH-Schutzgebiet                                                                       | HK                      | -      |
| Biotope                                                                                | HK                      | -      |
| Vorranggebiet Bodenschätze (Flächennutzungsplan)                                       | HK                      | -      |
| Vorranggebiet Freiraumsicherung (Regionalplan)                                         | HK                      | -      |
| Vorranggebiet Landwirtschaftliche Bodennutzung (Regionalplan)                          | HK                      | -      |
| Vorranggebiet Rohstoffgewinnung (Regionalplan)                                         | HK                      | -      |
| Hochwassergefahrenfläche häufig/200 bzw. Vorranggebiet Hochwasserschutz (Regionalplan) | HK                      | -      |
| Wasserschutzgebiete I und II                                                           | HK                      | -      |
| Waldflächen                                                                            | HK                      | -      |
| Hangausrichtung N, NO, NW und Neigung > 5°                                             | WK                      | -1     |
| Vorbehaltsgebiet Freiraumsicherung                                                     | WK                      | -1     |
| Vorbehaltsgebiet Landwirtschaftliche Bodennutzung                                      | WK                      | -1     |
| Landschaftsschutzgebiet                                                                | WK                      | -1     |
| Naturpark                                                                              | WK                      | n.v    |
| Trinkwasser-/Heilquellschutzgebiet III                                                 | WK                      | -1     |
| Acker-/Grünlandzahl >= 50 - 75                                                         | WK                      | -1     |
| Entfernung zum nächsten Umspannwerk < 2,5km                                            | Geeignet                | +1     |
| Acker-/Grünlandzahl 0 - 25                                                             | Geeignet                | +1     |
| Hangausrichtung SW, WSW, W, SO, OSO, O oder ebene Fläche (Neigung < 2°)                | Geeignet                | +1     |
| Hangausrichtung S, SSW, SSO und Neigung > 2°                                           | Geeignet                | +2     |

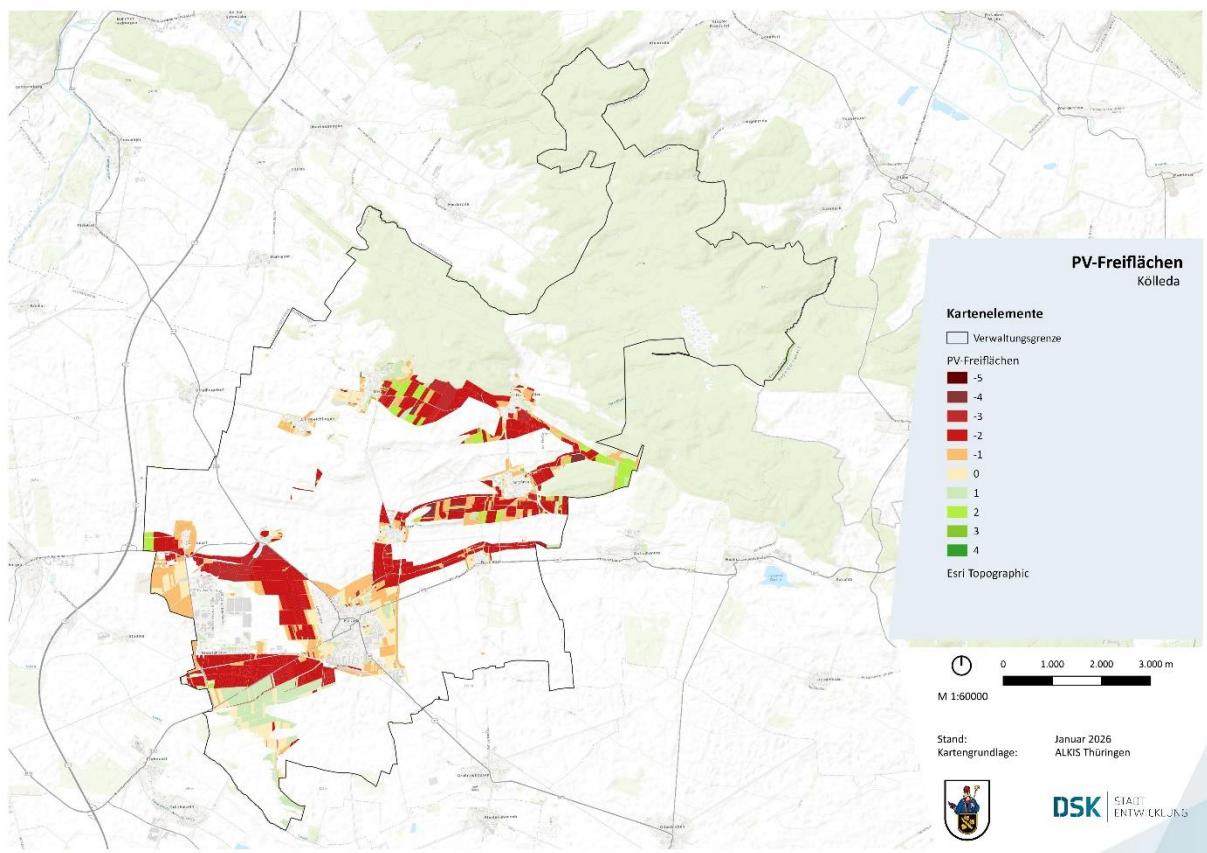


Abbildung 58: PV-Freiflächenpotenziale im Untersuchungsgebiet Quelle: DSK, 2025

Tabelle 18 stellt die Flächenpotenziale abhängig erzielter Punktwertigkeiten zur Eignung jeder Gemeinde dar. Eine explizite Betrachtung der gemeindespezifischen Ergebnisse ist den Potenzialsteckbriefen im Anhang zu entnehmen. Eine detaillierte Darstellung einzelner Flächen kann zudem aus dem digitalen Zwilling entnommen werden. Dort sind zusätzliche Informationen zu einzelnen Flächen (Flurstücknr., Flächengröße, Punktwertigkeit) flurstückscharf abgebildet. Ein Großteil der untersuchten Fläche liegt in Gebieten, welche die Ausweisung der Flächen als PV-Flächen grundsätzlich untersagen. Zudem sorgen Bewertungskategorien, wie Schutz- und Vorbehaltgebiete im Gebiet dafür, dass ein Großteil der Fläche nicht für eine PV-Flächennutzung in Frage kommt.

Insbesondere in den Gemarkungen Burgwenden und Beichlingen liegen ca. 616.000 m<sup>2</sup> Potenzialfläche, die mit sehr gut bewertet wurden und sich daher für PV-Anlagen eignen würden. Insgesamt wurden 600.000 m<sup>2</sup> Fläche mit gut bewertet und sind daher potenziell für eine PV-Flächennutzung geeignet. Ein Großteil dieser Fläche liegt mit ca. 2 Mio. m<sup>2</sup> in der Gemarkung Kölleda, gefolgt von Großmonra mit ca. 600.000 m<sup>2</sup> und Beichlingen mit ca. 560.000 m<sup>2</sup> Fläche, wie in der folgenden Grafik veranschaulicht.

Tabelle 18: PV-Flächenpotenziale nach Gemeinde in Quadratmeter

| Gemarkung        | sehr gut<br>(3 - 4 Pkt) | gut<br>(2 - 1 Pkt) | mittel<br>(0 Pkt) | schlecht<br>(-1 - -3 Pkt) | sehr schlecht<br>(-4 - -5 Pkt) |
|------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Altenbeichlingen | 21.960                  | 38.823             | 96.305            | 791.327                   | 0                              |
| Backleben        | 2.936                   | 20.091             | 35.946            | 443.268                   | 200                            |
| Battgendorf      | 0                       | 103.113            | 44.046            | 688.070                   | 3.969                          |
| Beichlingen      | 499.004                 | 562.551            | 679.042           | 1.894.579                 | 19.296                         |
| Burgwenden       | 614.336                 | 71.330             | 60.598            | 1.255.847                 | 877                            |
| Dermsdorf        | 1.872                   | 119.732            | 305.749           | 8.345.155                 | 255                            |
| Frohndorf        | 0                       | 148                | 0                 | 0                         | 0                              |
| Großmonra        | 5.951                   | 639.705            | 117.145           | 3.662.640                 | 153.562                        |
| Großneuhausen    | 0                       | 0                  | 3.109             | 0                         | 0                              |
| Kölleda          | 4.232                   | 2.419.507          | 1.819.986         | 4.923.688                 | 9.145                          |
| Orlishausen      | 0                       | 325                | 0                 | 3.114                     | 97                             |
| Ostramondra      | 0                       | 102.984            | 0                 | 28.195                    | 0                              |
| Stödten          | 0                       | 0                  | 0                 | 53.896                    | 0                              |
| <b>Gesamt</b>    | <b>1150291</b>          | <b>4.078.309</b>   | <b>3.161.926</b>  | <b>22.089.779</b>         | <b>187.401</b>                 |

Grundsätzlich lassen sich für das Untersuchungsgebiet auf einigen Flächen Potenziale identifizieren, die für die energetische Nutzung bspw. mit PV-Anlagen geeignet sind. Das mögliche Erzeugungspotenzial lässt sich jedoch nicht einfach mit dem Wärmeversorgungsbedarf zusammenführen. Denn die Erzeugungskurve bei PV-Anlagen korreliert nicht mit der Bedarfskurve im Bereich der Wärmeversorgung. Der Stromertrag steht primär in den Sommermonaten zur Verfügung, wogegen die Wärmeabnahme hauptsächlich in den Wintermonaten stattfindet. Die saisonale Speicherung von Strom über längere Zeiträume ist nicht wirtschaftlich sinnvoll. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass PV-Strom in seiner direkten Form lediglich eine Teilrolle bei der Wärmeversorgung übernehmen kann (Warmwasserbereitung im Sommer, partiell in den Übergangszeiten). Grundsätzlich lassen sich mehrere Ansätze festhalten, mit denen die Nutzung von PV-Strom für Wärmezwecke erfolgen kann:

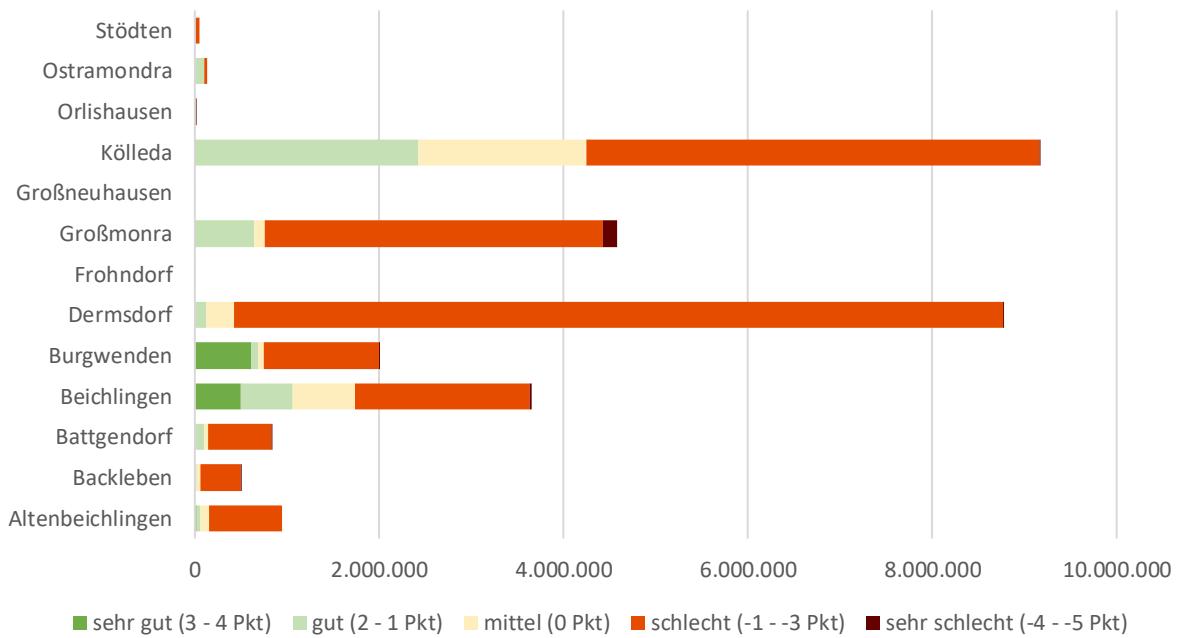


Abbildung 59: PV-Freiflächenpotenzial in qm - nach Gemarkungen

- Power-to-Heat-Technologien für die direkte Wärmenutzung – kann bspw. mit Wärmepumpe, einem Heizstab oder einer Heizpatrone erfolgen
- Power-to-Heat-Technologien für die saisonale Speicherung – d.h. die Umwandlung von Strom in Wärme in Form der Erhitzung eines für saisonale Speicherung geeigneten Mediums z.B. Wasser, Sand usw. (Direktstrom oder Wärmepumpe) und deren Speicherung in Großspeichern
- Power-to-Gas bzw. X-Technologien – die Transformation in i.d.R. gasförmige chemische Verbindungen, die zur langfristigen Speicherung und Transport geeignet sind (meist H<sub>2</sub>), wobei in diesen Verfahren auch Abwärme in relevanten Mengen entsteht, die ebenfalls zur Wärmeversorgung geeignet ist

Die Nutzung solarer Energie zur Wärmeerzeugung in Form von Solarthermie ist teilweise mit ähnlichen Einschränkungen verknüpft, wie beim Strom. Ein zusätzlicher Parameter der hier bedacht werden muss stellt das mit den Solarthermiekollektoren erreichbare Temperaturniveau dar. Insbesondere in der Übergangszeit sowie im Winter erreicht dieses Niveau meist nicht die erforderlichen Anforderungen und muss anschließend über einer zusätzlichen Technologie angehoben werden. Zwar ist die saisonale Speicherung bei Wärme mittels großer Speicher durchaus möglich. Dennoch spielt auch hier die Wirtschaftlichkeit eine wesentliche Rolle. Zudem muss die räumliche Nähe der Erzeugungsanlage bzw. des Solarthermiefeldes und eines eventuellen Speichers mit der Heizzentrale bedacht werden. Aus diesem Grund sind Freiflächen, die nicht in unmittelbarer Nähe zu den Wärmeabnehmern nur wenig für die Nutzung im Rahmen von zentralen Wärmesystemen geeignet.

### 3.9. Biomasse

Biomasse umfasst sämtliche organische Stoffe pflanzlichen oder tierischen Ursprungs, die energetisch bzw. thermisch genutzt werden können. Im Rahmen kommunaler Wärmeplanungen erfolgt die Bilanzierung in der Regel auf Basis lokal verfügbarer Potenziale, wobei drei übergeordnete Kategorien unterschieden werden: landwirtschaftliche Biomasse, forstwirtschaftliche Biomasse sowie biogene Reststoffe und Abfälle. Der Fokus liegt dabei auf nachhaltig nutzbaren, lokal anfallenden Stoffströmen. Importierte Biomasse kann technisch zur Wärmeversorgung beitragen, wird jedoch in der Potenzialanalyse nicht berücksichtigt.

#### Verfügbare Biomassen

##### Landwirtschaftliche Biomasse (Energiepflanzen)

Landwirtschaftliche Biomasse umfasst gezielt für die Energieerzeugung angebaute Pflanzen auf Acker- und Grünlandflächen. Dazu zählen vor allem Mais, Raps, Getreide, Zuckerrüben, Sonnenblumen und schnellwachsende Gehölze aus Kurzumtriebsplantagen (betrachtet als Energieholz). Auch Grünlandaufwuchs (z. B. Gras) kann energetisch genutzt werden. Die regionalen Potenziale hängen stark von Anbaubedingungen wie Bodenqualität, Klima, Ernteerträgen und Nutzungskonkurrenzen ab. Aufgrund begrenzter Flächen und konkurrierender Anforderungen (z. B. Nahrungsmittelproduktion) sollte der Anbau von Energiepflanzen mit Bedacht erfolgen. Schutzgebiete, Wasserschutz- und Überschwemmungsflächen sind dabei in der Regel ausgeschlossen oder unterliegen Einschränkungen.

##### Forstwirtschaftliche Biomasse (Energieholz)

Diese Kategorie umfasst energetisch nutzbares Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft sowie Reststoffe der Holzverarbeitung. Es wird unterschieden in:

- Forstwirtschaftliche Biomasse: Dazu zählen sowohl Teile der jährlichen Holzeinschlagsmenge, die energetisch genutzt werden, als auch Waldrestholz aus Ast- und Kronenmaterial, das nicht für höherwertige stoffliche Nutzung geeignet ist. Zusätzlich kann ungenutzter Holzzuwachs in bestimmten Grenzen als Potenzial berücksichtigt werden – unter Ausschluss von Schutzflächen und unter Berücksichtigung der Anforderungen an nachhaltige Waldbewirtschaftung (z. B. Totholzanteile).
- Altholz: Bereits stofflich genutztes Holz, das nach seiner Verwendung z. B. im Bauwesen, als Verpackung oder Möbelstück anfällt. Ein großer Teil dieses Holzes wird bereits energetisch verwertet. Die Erhebung des verfügbaren Potenzials ist mit Unsicherheiten behaftet, da regionale Stoffströme schwer zu erfassen sind.
- Industrierestholz: Säge- und Hobelreste, Hackschnitzel, Rinde oder andere Reststoffe, die in der Holz-, Zellstoff- oder Möbelindustrie anfallen. Ein Teil wird bereits stofflich weiterverwendet (z. B. Spanplattenherstellung); der verbleibende Anteil steht für die energetische Nutzung zur Verfügung. Auch hier ist zu beachten, dass Materialflüsse über Landesgrenzen hinweg erfolgen und regionale Potenziale entsprechend angepasst werden müssen.
- Schnellwachsende Baumarten im Kurzumtrieb: KUP sind spezielle Energiepflanzungen mit Gehölzen wie Pappel oder Weide, die in kurzen Zyklen von 3–10 Jahren geerntet werden. Sie ermöglichen eine

nachhaltige Holzproduktion auf landwirtschaftlichen Flächen mit vergleichsweise geringem Pflegeaufwand. Das geerntete Holz wird vorrangig energetisch genutzt, z. B. in Heizkraftwerken.

### Biogene Reststoffe und Abfälle

Diese Gruppe umfasst organische Nebenprodukte, die ursprünglich nicht zur Energiegewinnung erzeugt wurden:

- Stroh: Fällt als Nebenprodukt beim Anbau von Getreide und Raps an und kann in Heizwerken oder Biogasanlagen eingesetzt werden. Aufgrund konkurrierender Nutzungen (z. B. als Einstreu oder zur Bodenerhaltung) ist meist nur ein Teil – etwa 20 % – energetisch verfügbar.
- Tierische Exkreme: Gülle und Mist von Rindern, Schweinen und Geflügel sind bedeutende Einsatzstoffe für Biogasanlagen. Die Potenzialabschätzung hängt von der Viehdichte und den Betriebsgrößen ab. Kleinbetriebe oder Exkreme bestimmter Tierarten (z. B. Pferde, Schafe) bleiben häufig unberücksichtigt.
- Biogene Abfälle: Zu den biogenen Abfällen zählen neben Bio- und Grünabfällen auch Hausabfall und Klärschlamm. Bioabfälle umfassen dabei organische Reststoffe aus Haushalten und Gewerbe, wie Küchenabfälle und Lebensmittelreste, sowie Grünschnitt, der aus der Pflege öffentlicher Flächen stammt. Die Erfassung dieser Abfälle basiert auf dem durchschnittlichen Abfallaufkommen pro Kopf, wobei regionale Sammelquoten und Trennsysteme einen maßgeblichen Einfluss auf die tatsächlich verfügbare Menge haben. Durch die seit 2015 geltende Pflicht zur getrennten Bioabfallsammlung ist eine steigende Mobilisierung des Potenzials zu erwarten. Zusätzlich zu den traditionellen Bioabfällen kommen auch Klärschlamm, der in der Abwasserbehandlung anfällt, als wichtige Biomassequelle hinzu. Diese Abfallart kann durch entsprechende Sammel- und Verwertungssysteme ebenfalls zur energetischen Nutzung beitragen.

### Bilanzierungsgrenzen

Im Rahmen kommunaler Analysen werden grundsätzlich nur die innerhalb des Planungsgebiets nachhaltig erschließbaren Potenziale berücksichtigt. Dabei sind konkurrierende Nutzungsansprüche (z. B. Futtermittel, stoffliche Nutzung) sowie rechtliche und technische Einschränkungen (z. B. Erschließbarkeit, Flächennutzungsplanung, Naturschutz) zu beachten. Die Biomassepotenzialanalyse sollte daher möglichst realistische, regionale Datenquellen heranziehen und Biomasse vorrangig aus Rest- und Abfallstoffen bilanzieren, die keiner höherwertigen Verwendung zugeführt werden können.

### **Potenzialermittlung**

Die Potenzialermittlung erfolgt in gleicher Reihenfolge, wie die Beschreibung der Potenziale.

#### Landwirtschaftliche Biomasse (Energiepflanzen)

Zur Ermittlung der nutzbaren Flächen für Energiepflanzen wird zunächst die Gesamtfläche der landwirtschaftlich genutzten Flächen auf Grundlage des Liegenschaftskatasters des Landes Thüringen ermittelt. Hierbei wurden die Flurstücke mit der Nutzung „Landwirtschaft“ gefiltert, um die tatsächlich landwirtschaftlich genutzten Flächen

zu ermitteln. Dabei konnte festgestellt werden, dass im gesamten Betrachtungsgebiet rund 5.602,17 Hektar als landwirtschaftliche Flächen gekennzeichnet sind. Dies entspricht etwa 59 % der Gesamtfläche.

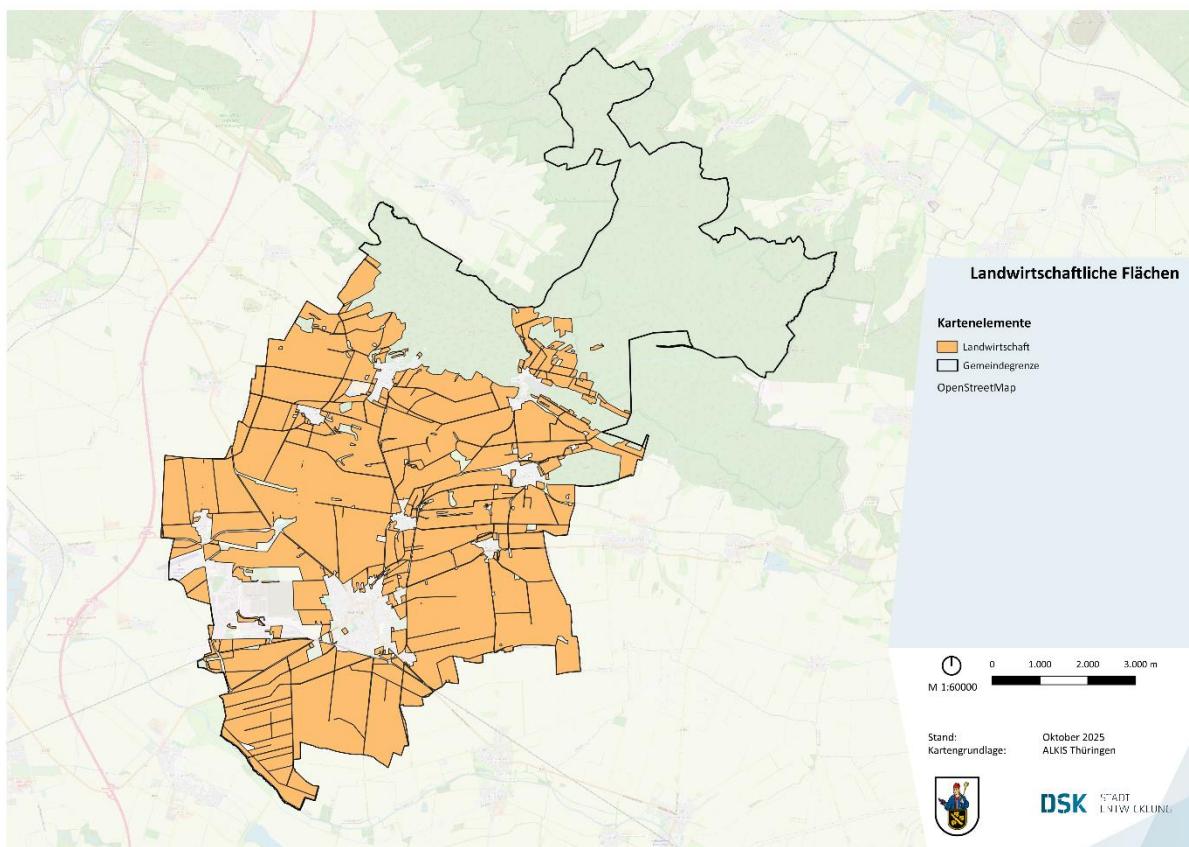


Abbildung 60: Landwirtschaftliche Flächen in Kölleda Quelle: DSK, 2025

Anschließend wird von der gesamten landwirtschaftlichen Fläche der anteilig nutzbare Bereich für Energiepflanzen abgeleitet. Es kann davon ausgegangen werden, dass etwa 15 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen (Stand 2023) für den Anbau nachwachsender Rohstoffe, wie Energiepflanzen, verwendet werden (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2024). Damit ergibt sich eine Fläche von 840,3 Hektar, die für die Nutzung von Energiepflanzen zur Verfügung steht. Daraufhin wurde die Zusammensetzung der Anbauflächen bestimmt. Nach Angaben der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, kann davon ausgegangen werden, dass die durchschnittliche Zusammensetzung bei Energiepflanzen zu 50 % auf Mais, 15 % auf Getreide, 15 % auf Ganzpflanzensilage und 20% auf neue Kulturen wie durchwachsene Silphie entfallen (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 2010). Damit ergeben sich folgende Flächenverhältnisse in der Tabelle 19:

Tabelle 19: Flächenverteilung nach Energiepflanzen

| Energiepflanze        | Fläche in Hektar |
|-----------------------|------------------|
| Mais                  | 420,15           |
| Getreide              | 126,05           |
| Ganzpflanzensilage    | 126,05           |
| Durchwachsene Silphie | 168,06           |

Aus den Flächen lassen sich unter Berücksichtigung des thermischen Energieertrags der Pflanzen das theoretische Potenzial für die Erzeugung von Wärme aus landwirtschaftlicher Biomasse ziehen. Der Wärmeertrag ist in der folgenden Tabelle 20 zu erkennen:

Tabelle 20: Wärmeertrag Energiepflanzen (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, kein Datum)

| Energiepflanze        | Thermische Energie [kWh/(ha*a)] | Gesamt Thermische Energie [MWh/a] |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Mais                  | 49.292                          | 20.711                            |
| Getreide              | 17.788                          | 2.242                             |
| Ganzpflanzensilage    | 38.337                          | 4.832                             |
| Durchwachsene Silphie | 33.385                          | 5.611                             |
| <b>Insgesamt</b>      | -                               | <b>33.396</b>                     |

Somit ergibt sich für das Untersuchungsgebiet in Kölleda ein thermisches Potenzial von circa 33.396 MWh pro Jahr. Dabei gilt aber zu beachten, dass die zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Flächen unterschiedlich auf die einzelnen Gemarkungen innerhalb der Gemeinde Kölleda verteilt sind. So befinden sich beispielsweise in Backleben, Battgendorf und Altenbeichlingen mehr Flächen, die für Energiepflanzen genutzt werden können, als in Beichlingen oder Burgwenden.

Außerdem grenzt ein Großteil der landwirtschaftlichen Flächen nicht unmittelbar an größere Zentren, sodass die Pflanzen zunächst zu einer dazugehörigen Anlage in der nächst größeren Stadt/Gemeinde transportiert werden müssten. Dies hat zusätzliche Kosten zur Folge. Zudem muss ein möglicher Anlagenstandort gefunden werden, der möglichst zentral an ein Zentrum grenzt. Weiterhin ist nicht bekannt, wie viel Prozent der Fläche bereits für Energiepflanzen verwendet wird, sodass sich das wirtschaftlich erschließbare Potenzial vom technischen Potenzial unterscheiden kann.

#### Forstwirtschaftliche Biomasse (Energieholz)

Die Berechnung der forstwirtschaftlichen Biomasse beruht ebenfalls auf dem Liegenschaftskataster des Landes Thüringen. Hier wurden die Flurstücke mit der Nutzung „Wald“ und „Gehölz“ gefiltert, um die tatsächlich forstwirtschaftlich genutzten Flächen zu ermitteln. Dabei konnte festgestellt werden, dass im gesamten Betrachtungsgebiet rund 2.841,09 Hektar als forstwirtschaftliche Flächen gekennzeichnet sind. Dies entspricht etwa 30 % der Gesamtfläche.

Davon müssen Waldflächen, die in Schutzgebieten liegen, abgezogen werden. In Kölleda liegen 8 Schutzgebiete bzw. Gebiete, die unter Naturschutz stehen:

- 1 Schutzgebietszone: Hohe Schrecke
- 3 Naturschutzgebiete: Kahle Schmücke bei Heldrungen, Finnberg sowie Hohe Schrecke
- 3 Flora-Fauna-Habitat-Gebiete: Moorberg und Ziegenbeil nördlich Battgendorf, Hohe Schrecke – Finne sowie Monna und Gräben bei Leubingen
- 1 Vogelschutzgebiet: Hohe Schrecke - Finne

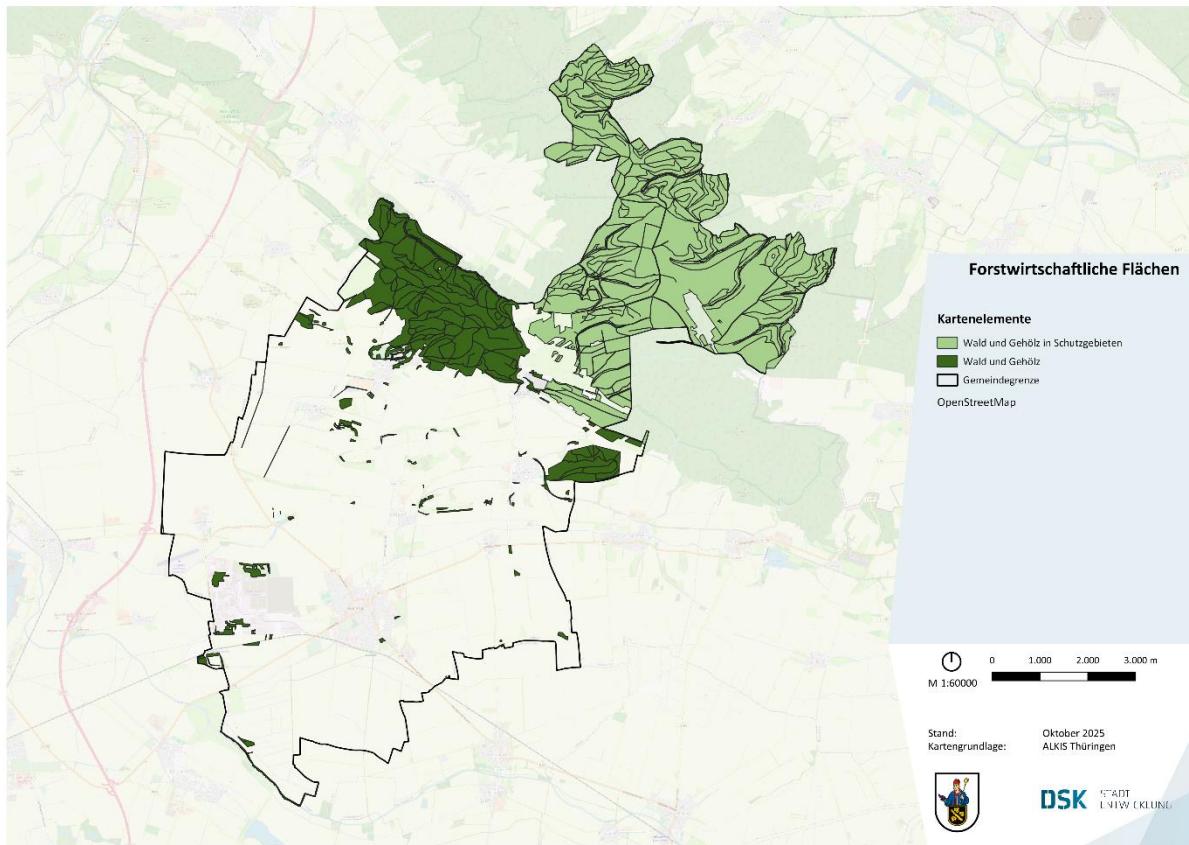


Abbildung 61: Forstwirtschaftliche Flächen in Kölleda Quelle: DSK, 2025

Insgesamt besitzen die Waldflächen, die in Schutzgebieten liegen, eine Fläche von circa 1.975,5 Hektar, sodass nur noch eine Fläche von 865,59 Hektar für die Nutzung der forstwirtschaftlichen Biomasse zur Verfügung steht.

Mithilfe der vierten Bundeswaldinventur (Stand 2022) und der Tabelle 6.03 „Vorrat (Erntefestmaß o. R.) des genutzten Bestandes nach Land und Baumartengruppe“ kann der genutzte Holzbestand in m<sup>3</sup>/a ermittelt werden (Thünen-Institut, 2022). Hierfür werden die Einzelangaben für den genutzten Bestand pro Baumart in m<sup>3</sup>/(ha\*a) für das Land Thüringen mit der energetisch zur Verfügung stehenden forstwirtschaftlich genutzten Fläche von 865,59 Hektar multipliziert. Von diesem genutzten Holzbestand kann angenommen werden, dass die Hälfte energetisch genutzt wird und davon wiederum 41,9 % auf die energetische Nutzung von Waldholz entfallen. Dies bedeutet, dass insgesamt 21 % des nutzbaren Bestandes energetisch genutzt werden können (Umweltbundesamt, 2022). Die Aufteilung des Bestandes auf die einzelnen Baumarten kann der Tabelle 21 entnommen werden.

Tabelle 21: Bestand nach Baumarten

| Baumart          | Vorrat des genutzten Bestandes [ $m^3/(ha \cdot a)$ ] | Genutzter Bestand [ $m^3/a$ ] | Energetisch genutzter Bestand [ $m^3/a$ ] |
|------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|
| Eiche            | 0,1                                                   | 86,56                         | 18,18                                     |
| Buche            | 1,1                                                   | 952,15                        | 199,95                                    |
| Esche            | 0,2                                                   | 173,12                        | 36,35                                     |
| Ahorn            | 0,1                                                   | 86,56                         | 18,18                                     |
| Birke            | 0,1                                                   | 86,56                         | 18,18                                     |
| Fichte           | 5,2                                                   | 4.501,07                      | 945,22                                    |
| Kiefer           | 0,6                                                   | 519,35                        | 109,06                                    |
| Lärche           | 0,2                                                   | 173,12                        | 36,35                                     |
| <b>Insgesamt</b> | <b>7,6</b>                                            | <b>6.578,48</b>               | <b>1.381,48</b>                           |

Um die nutzbare thermische Energie aus dem Holzbestand zu berechnen, wird der ermittelte energetisch nutzbare Holzbestand von 1.381,48  $m^3/a$  in der Tabelle 22 mit dem Brennwert der jeweiligen Baumart multipliziert.

Tabelle 22: Wärmeertrag Waldholz (Heino Föh Kaminöfen und Metallbau, kein Datum)

| Baumart          | Energetisch genutzter Bestand [ $m^3/a$ ] | Brennwert [ $kWh/m^3$ ] | Thermische Energie [ $MWh/a$ ] |
|------------------|-------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Eiche            | 18,18                                     | 2.940                   | 53                             |
| Buche            | 199,95                                    | 2.940                   | 588                            |
| Esche            | 36,35                                     | 2.940                   | 107                            |
| Ahorn            | 18,18                                     | 2.660                   | 48                             |
| Birke            | 18,18                                     | 2.660                   | 48                             |
| Fichte           | 945,22                                    | 2.100                   | 1.985                          |
| Kiefer           | 109,06                                    | 2.380                   | 260                            |
| Lärche           | 36,35                                     | 2.380                   | 87                             |
| <b>Insgesamt</b> | <b>1.381,48</b>                           | -                       | <b>3.176</b>                   |

Daraus ergibt sich eine thermische Energiemenge von 3.176 MWh/a für Kölleda.

Allerdings ist zu beachten, dass das Land Thüringen selbst angibt, dass die Nutzung des festen Bioenergeträgers Holz in Thüringen bereits einen hohen Stand erreicht hat. Nach Einschätzung der Forstverwaltung ist das ausgewiesene Potenzial an Waldholz für die energetische Verwendung sowohl aus dem Privatwald als auch aus dem Staatsforst und Kommunalwald weitgehend ausgeschöpft. Zusätzlich ist zu beachten, dass Thüringen ein Holzimportland ist und die bei der Holzverarbeitung anfallenden Nebenprodukte bereits stofflich und energetisch genutzt werden (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 2010).

### *Altholz und Industrierestholz*

Obwohl Altholz und Industrierestholz in der Bilanzierung der Agentur für Erneuerbare Energien als separate Biomassearten betrachtet werden, lässt sich in der Praxis oft keine exakte Trennung vornehmen. Beide Biomasseträger werden in vielen Fällen zusammen in der Abfallbilanz erfasst, und ihre spezifischen Mengen können nur dann präzise getrennt ermittelt werden, wenn detaillierte Daten von allen holzbe- und verarbeitenden Industrien im Betrachtungsraum vorliegen. In der Realität besteht daher eine enge Verknüpfung zwischen den beiden Biomassearten, weshalb ihre Potenziale häufig gemeinsam betrachtet werden.

Zur Ermittlung der Menge an anfallendem Altholz kann die Abfallbilanz des Freistaates Thüringen aus dem Jahr 2023 herangezogen werden. Es ergibt sich, dass für den Landkreis Sömmerda, in dem Kölleda liegt, kein Altholz anfällt. Somit ergibt sich dieses Potenzial bisher zu Null (Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz, 2024).

Falls in der Zukunft Altholz und Industrierestholz anfallen sollten, kann von einer stofflichen Nutzung von 20 % ausgegangen werden. Die restlichen 75 %, werden energetisch verwertet, während ein geringer Anteil von ca. 5% in Müll- oder Sondermüllverbrennungsanlagen beseitigt werden muss. Für die Berechnung des thermischen Gesamtpotenzials kann ein Heizwert von 3,5 kWh/kg angenommen werden. Mittels Multiplikation ergibt sich das gesamte thermische Potenzial in kWh pro Jahr für das Altholz (Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, kein Datum).

### *Schnellwachsende Baumarten im Kurzumtrieb*

Das Land Thüringen gibt an, dass bisher nur einige Pilot- und Demonstrationsflächen im Kurzumtrieb angepflanzt wurden, sodass hier noch ein größeres Potenzial zu erschöpfen ist (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 2010).

Der Anbau von KUP bietet aufgrund der steigenden Nachfrage nach Energieholz und des potenziell wachsenden Marktpreises für solche Rohstoffe langfristige wirtschaftliche Vorteile. Allerdings hat der Freistaat Thüringen bis jetzt noch keine Flächen ausgewiesen, die speziell für den Anbau von KUP auf einer größeren Fläche vorgesehen sind. Das thermische Potenzial beträgt zum jetzigen Stand somit Null, kann aber in enger Abstimmung mit den zuständigen Forst- und Landwirtschaftsbetrieben in den kommenden Jahren gesteigert werden, indem Flächen für KUPs ausgewiesen werden.

Für die Ausweisung von Flächen für KUPs sind mehrere Faktoren von Bedeutung. Zunächst ist der Standort entscheidend, wobei eine ausreichende Wasserverfügbarkeit, eine gute Bodenstruktur und eine hohe Durchlüftung des Bodens notwendig sind, um einen erfolgreichen Anbau zu gewährleisten. Besonders geeignet sind Flächen, die von Natur aus wenig produktiv sind, wie Grenzertragsstandorte, ehemalige Deponien oder Splitterflächen, auf denen andere landwirtschaftliche Nutzungen wenig erfolgversprechend wären. Der Energieertrag von KUP ist im Vergleich zu anderen Energienpflanzen wie Raps oder Mais relativ hoch, was KUP besonders attraktiv für die energetische Nutzung macht. Die Nutzung solcher Flächen trägt nicht nur zur

Energieversorgung bei, sondern hat auch ökologische Vorteile, wie die Förderung der Biodiversität im Vergleich zu intensiver bewirtschafteten Ackerflächen (Bionenergie-Region).

Wenn in Zukunft im Land Thüringen ein intensiverer Anbau mit KUP betrieben wird, kann angenommen werden, dass 100 % der Ernte für die Energieerzeugung genutzt werden. Die jährliche Massenleistung einer Kurzumtriebsplantage liegt im Durchschnitt bei etwa 10 Tonnen atro pro Hektar und Jahr, was umgerechnet zwischen 15 m<sup>3</sup> und 20 m<sup>3</sup> pro Hektar und Jahr (Festmeter/Hektar \* Jahr) entspricht (Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Passau, kein Datum) (Waldbesitzverband e.V.). Es kann also von einem durchschnittlichen Ertrag von 17,5 m<sup>3</sup>/(ha\*a) ausgegangen werden. Mit der anfallenden Menge von KUP, der jeweiligen prozentualen Zusammensetzung nach Baumarten auf den Flächen und den jeweiligen Brennwerten der verwendeten Baumarten (siehe Tabelle 23) lässt sich das energetische Potenzial von Kurzumtriebsplantagen berechnen.

Tabelle 23: Brennwert nach Baumart für Kurzumtriebsplantagen (Heino Föhl Kaminöfen und Metallbau, kein Datum)

| Baumart | Brennwert* [kWh/m <sup>3</sup> ] |
|---------|----------------------------------|
| Pappel  | 1.680                            |
| Weide   | 1.960                            |
| Robinie | 2.940                            |

\*Die Werte wurden von kWh/Raummeter in kWh/Festmeter mit einem Faktor von 1,4 multipliziert.

### Biogene Reststoffe und Abfälle

#### *Stroh*

Stroh stellt ein weitgehend ungenutztes Potenzial als biogener Reststoff aus der Landwirtschaft dar. Dies bestätigt ebenfalls die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, denn das energetische Potenzial von Stroh werde im Vergleich zu Holz bisher kaum genutzt. Es entsteht bei der Getreideernte, wenn das Getreide gemäht, die Körner gedroschen und vom Stroh getrennt werden. Nach der Reinigung landen die Körner im Korntank des Mähdreschers und werden bei Bedarf in Transportfahrzeuge umgeladen, während das Stroh entweder lose auf dem Feld verteilt oder zu Ballen gepresst wird (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, 2023).

In Deutschland wird auf etwa 34,8 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche Getreide angebaut (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2025). Im Prozess des Getreideanbaus fällt Stroh als Produkt an. Im Durchschnitt liegt das Korn-Stroh-Verhältnis bei etwa 1 zu 0,8, was bedeutet, dass bei einem Körnertrag von 8 Tonnen pro Hektar rund 6,4 Tonnen Stroh pro Hektar anfallen (Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, 2023).

Somit entfallen in Kölleda rund 1.950 Hektar auf den Anbau von Getreide. Folglich kann angenommen werden, dass vor Ort circa 15.600 Tonnen Getreide und damit 12.480 Tonnen Stroh gewonnen werden können. Das Potenzial von Stroh für die energetische Nutzung ist jedoch begrenzt. Aufgrund der konkurrierenden Nutzung (z. B. als Einstreu in der Tierhaltung oder der Notwendigkeit, einen Teil auf dem Feld zu belassen, um die Humus-

und Nährstoffqualität zu erhalten) kann lediglich 20 % des Strohaufkommens energetisch genutzt werden (Agentur für Erneuerbare Energien e.V., 2013). Dies entspricht 2.496 Tonnen. Der durchschnittliche Heizwert von Stroh ergibt sich zu 4 kWh/kg, sodass 9.984 MWh pro Jahr an thermischer Energie erzeugt werden könnten (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., 2015).

#### *Tierische Exkreme*nte

Die Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft berichtet, dass der gesamte Wirtschaftsdünger – bestehend aus Rindergülle, Schweinegülle, Stallmist und Hühnertrockenkot – zum Stichtag 01.01.2009 zu rund 23 % genutzt wurde. Während die Gülle bereits zu etwa 33 % energetisch verwertet wird, beträgt der Anteil bei Stallmist lediglich etwa 5 %. Dieses Potenzial soll in Zukunft verbessert und ausgebaut werden (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 2010).

Zuerst muss die Anzahl der Tiere in Kölleda ermittelt werden, um eine Aussage über die anfallende Menge der tierischen Exkreme

nte treffen zu können. Dafür wird sich der Statistische Bericht der landwirtschaftlichen Betriebe für die Viehhaltung vom Stichtag 01.03.2023 herangezogen (Statistisches Bundesamt, 2024). Dieser enthält bundeslandspezifische Angaben zu den gehaltenen Tieren (Tabelle 24) und kann mit den Einwohnerzahlen des Freistaates Thüringen und Kölleda ins Verhältnis gesetzt werden, um den kommunalen Viehbestand abzuschätzen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 24 zu finden.

*Tabelle 24: Viehbestand Thüringen und Kölleda*

| Tierarten        | Viehbestand Thüringen | Viehbestand Kölleda |
|------------------|-----------------------|---------------------|
| Rinder           | 178.900               | 559                 |
| Milchkühe        | 82.900                | 259                 |
| Schweine         | 605.400               | 1.891               |
| Hühner           | 3.237.100             | 10.111              |
| Schafe           | 132.300               | 414                 |
| Pferde           | 7.100                 | 23                  |
| <b>Insgesamt</b> | <b>4.243.700</b>      | <b>13.257</b>       |

In Zukunft kann davon ausgegangen werden, dass bei der Ermittlung des Wirtschaftsdüngeranfalls aus technologischen und ökonomischen Gründen etwa 90 % der Gülle sowie 90 % des Schweine- und Rindermistes, 50 % des Schafsmistes, 25 % des Pferdemistes und rund 70 % des Hühnertrockenkots für die Nutzung in Biogasanlagen erschlossen werden können (Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 2010). In Thüringen werden somit neben den klassischen Viehbeständen von Rindern, Schweinen und Hühnern auch Schafe und Pferde mit bei der Erzeugung von thermischer Energie aus tierischen Exkrementen betrachtet.

Werden diese Einschränkungen bei der energetischen Verwertung betrachtet und mit den Kennzahlen für den Biogasertrag der einzelnen Tierarten multipliziert, ergeben sich die jeweiligen thermischen Energien in der Tabelle 25.

Tabelle 25: Wärmeertrag Tierische Exkremeante (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, kein Datum)

| Tierarten        | Gülle- und Mistproduktion                          | Thermische Energie [kWh/Tierplatz*a] | Gesamte Thermische Energie [MWh/a] |
|------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Rinder           | 2,8 t Festmist/Tierplatz und Jahr                  | 1.479                                | 744                                |
| Milchkühe        | 17 m <sup>3</sup> Gülle /Tierplatz und Jahr        | 2.882                                | 672                                |
| Schweine         | 1,6 m <sup>3</sup> Gülle/Tierplatz und Jahr        | 192                                  | 327                                |
| Hühner           | 2 m <sup>3</sup> Rottemist/100 Tierplätze und Jahr | 1.634 [100 Tierplätze]               | 116                                |
| Schafe           | 1 t Festmist/Tierplatz und Jahr                    | 400                                  | 83                                 |
| Pferde           | 11,1 t Festmist/Tierplatz und Jahr                 | 3.874                                | 22                                 |
| <b>Insgesamt</b> | -                                                  | -                                    | <b>1.963</b>                       |

Somit steht in Kölleda eine thermische Energie von 1.963 MWh/a aus der Gülle- und Mistproduktion von Tieren zur Verfügung.

#### Biogene Abfälle

Zur Ermittlung der Menge an anfallenden biogenen Abfällen wird wieder die Abfallbilanz des Freistaates Thüringen aus dem Jahr 2023 (Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz, 2024) sowie die „Klärschlammensorgung aus der biologischen Abwasserbehandlung in Thüringen“ (Thüringer Landesamt für Statistik, 2023) herangezogen. Da in beiden Fällen die Angaben zu den biogenen Abfällen nur auf Ebene des Landkreises Sömmerda vorliegen, werden die Werte mithilfe der Einwohnerzahlen des Landkreises Sömmerda und Kölleda im Jahr 2023 umgerechnet. Somit ergeben sich folgende Werte zum Anfall biogener Abfälle in Tabelle 26.

Tabelle 26: Abfallmenge Landkreis Sömmerda und Kölleda

| Abfallart/Wertstoff                    | Abfallmenge LK Sömmerda [t/a] | Abfallmenge Kölleda [t/a] |
|----------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Hausmüll                               | 11.569                        | 1.120                     |
| Bioabfall                              | 2.032                         | 197                       |
| Grünabfall                             | 1.911                         | 185                       |
| Klärschlamm<br>(Thermische Entsorgung) | -                             | -                         |
| <b>Insgesamt</b>                       | <b>15.512</b>                 | <b>1.501</b>              |

Der Wert des Klärschlamms bezieht sich bereits auf die reine thermische Entsorgung und ist für den Landkreis Sömmerda Null. Für Bio- und Grünabfälle kann eine thermische Verwertung von 2 % und für Hausabfälle von 80% angenommen werden (Statistisches Bundesamt, 2025). Somit ergeben sich folgende Mengen und Energien für die thermische Verwertung in der Tabelle 27.

Tabelle 27: Wärmeertrag Biogene Abfälle

| Abfallart/Wertstoff | Menge für thermische Entsorgung [t/a] | Heizwert [kWh/kg] | Thermische Energie [MWh/a] |
|---------------------|---------------------------------------|-------------------|----------------------------|
| Haushmüll           | 895,84                                | 2,8               | 2.508                      |
| Bioabfall           | 3,93                                  | 1,3 <sup>2</sup>  | 5,1                        |
| Grünabfall          | 3,70                                  | 1,3 wie Bioabfall | 4,8                        |
| Klärschlamm         | 0                                     | 2,9               | 0                          |
| <b>Insgesamt</b>    | <b>903,47</b>                         | -                 | <b>2.518</b>               |

Insgesamt stehen in Kölleda somit 2.518 MWh/a thermische Energie aus biogenen Abfällen zu Verfügung.

### Zusammenfassung

Werden alle bisher bilanzierten Biomasseträger nochmals zusammen betrachtet, ergeben sich folgende Wärmeerträge für Kölleda in der Tabelle 28.

Tabelle 28: Wärmeertrag aller Biomasseträger

| Biomasseträger                            | Thermische Energie [MWh/a] |
|-------------------------------------------|----------------------------|
| Landwirtschaftliche Biomasse              | 33.396                     |
| Energieholz                               | 3.176                      |
| Forstwirtschaftliche Biomasse             | 3.176                      |
| Altholz und Industrierestholz             | 0                          |
| Schnellwachsende Baumarten im Kurzumtrieb | 0                          |
| Biogene Reststoffe und Abfälle            | 14.465                     |
| Stroh                                     | 9.984                      |
| Tierische Exkreme                         | 1.963                      |
| Biogene Abfälle                           | 2.518                      |
| <b>Insgesamt</b>                          | <b>51.037</b>              |

Somit stehen insgesamt 51.037 MWh/a aus Biomasse in Kölleda thermisch zur Verfügung.

### 3.10. Gewässer

Im Planungsgebiet liegt kein Gewässer vor, dass die Bedingungen erfüllt, um eine Wärmepotenzial darzustellen. Daher gibt es **keine** Potenziale in dem Gebiet.

<sup>2</sup> (Umweltbundesamt, 2022)

### 3.11. Klimaneutrale Gase

Gase spielen eine zunehmend wichtige Rolle im Transformationsprozess hin zu einem treibhausgasarmen Energiesystem. Sie bezeichnen gasförmige Energieträger, deren Herstellung, Verteilung und Nutzung entweder keine zusätzlichen Treibhausgase in die Atmosphäre freisetzen oder deren Emissionen durch Gegenmaßnahmen – etwa CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung oder zertifizierte Kompensationsmaßnahmen – vollständig ausgeglichen werden. Damit bieten sie eine Alternative zu fossilen Gasen wie Erdgas und tragen zur Erreichung der nationalen und internationalen Klimaziele bei.

Zu den klimaneutralen Gasen zählen unter anderem **grüner Wasserstoff**, **synthetisches Methan** (Power-to-Gas) und bestimmte **biogene Gase**, sofern deren gesamte Wertschöpfungskette emissionsfrei oder bilanziell neutral ist. Grüner Wasserstoff wird mittels Elektrolyse unter Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien hergestellt und ist somit vollständig treibhausgasfrei. Durch die bestehenden 4 Biogasanlagen in dem Untersuchungsgebiet könnte eine Aufbereitung des Gases sinnvoll erscheinen. Eine Möglichkeit könnte darin bestehen, das Biomethan in das örtliche Gasnetz einzuspeisen und dezentral zu nutzen. Diese Option würde sich als attraktive Alternative anbieten insbesondere, wenn sich die Optimierung der Wärmeverluste im bestehenden Wärmenetz als herausfordernd gestaltet oder längerfristig schwieriger umsetzbar ist.

**Synthetisches Methan** entsteht durch die methanbasierte Umwandlung von grünem Wasserstoff und CO<sub>2</sub> und kann in bestehenden Gasinfrastrukturen genutzt werden. Auch biogene Gase wie Klär- oder Deponiegas können klimaneutral sein, wenn sie aus Rest- oder Abfallstoffen gewonnen werden und keine neuen Emissionen verursachen.

In Kapitel 3.9 konnte bereits gezeigt werden, dass die Potenziale für Biomasse in Kölleda zum Teil gegeben sind. Dennoch würden noch weitere Biogasanlagen benötigt, um den Energiebedarf zu decken. Studien weisen darauf hin, dass sich in Deutschland ein Markt für Biomethan etabliert hat (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2024). Es ist zudem davon auszugehen, dass bis 2029 der Anteil an Biogas zunehmen wird, da es die GEG Anforderungen erfüllt. Zudem bleiben einige Faktoren (regulatorische Rahmenbedingungen, Stabilität der Energiepreise (Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2023)), die bislang eine präzise Menge an verfügbaren Biomethan schwer vorhersehbar machen.

Dennoch bieten Klimaneutrale Gase verschiedene Vorteile: Sie sind speicherbar, transportierbar und in vielen Sektoren einsetzbar. Darüber hinaus können sie bestehende Infrastrukturen wie Gasnetze und Heizsysteme weiternutzen, was den Umbau des Energiesystems erleichtert und Kölleda damit eine Möglichkeit gibt das bisherige Gasnetz weiter zu nutzen (Weltenergierat Deutschland, 2025).

Dennoch gibt es Herausforderungen, etwa beim derzeit noch hohen Energieaufwand für die Herstellung oder bei den Kosten im Vergleich zu fossilen Alternativen. Langfristig könnten klimaneutrale Gase den bisherigen Erdgasbezug ersetzen, die bisherigen Anforderungen, sowie zukünftige regulatorische Rahmenbedingungen müssen aber berücksichtigt werden.

Die Stadt Kölleda befindet sich im Gas-Versorgungsgebiet der TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG (nachfolgend TEN). Das Netzgebiet wird vornehmlich über den Netzkopplungspunkt Troistedt (vorgelagerter Netzbetreiber: Ferngas Netzesellschaft mbH) versorgt. Gemeinsam mit den Fernleitungsnetzbetreibern Ferngas

Netzgesellschaft mbH und GASCADE Gastransport GmbH will die TEN die Umstellung des Thüringer Erdgasnetzes auf Wasserstoff gemeinschaftlich vorantreiben. Ziel ist eine thüringenweite Energieversorgung auf H<sub>2</sub>-Basis mit überregionaler Anbindung, die zunächst Industriecluster und KWK-Anlagen in den Fokus nimmt (siehe Abbildung links). Weitere Informationen finden Sie unter:

[https://www.thueringer-energienetze.com/Ueber\\_uns/Wasserstoffinfrastruktur](https://www.thueringer-energienetze.com/Ueber_uns/Wasserstoffinfrastruktur).

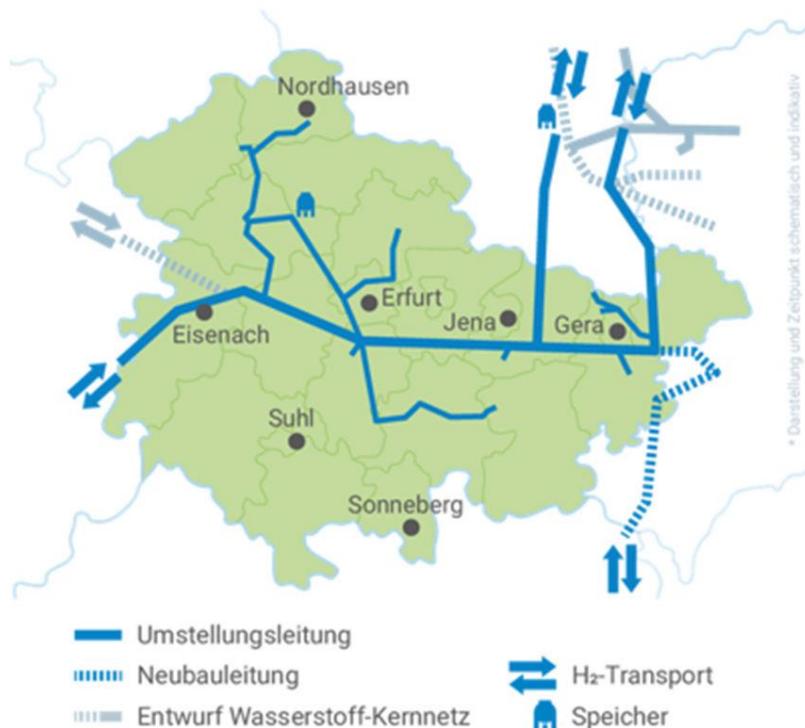


Abbildung 62: Wasserstoff Transformation der Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG

Auf dieser Basis plant die TEN bis zum Jahr 2029, einen ersten Leitungsabschnitt im Bereich Schwerborn neu zu errichten, um perspektivisch eine Wasserstoffversorgung für die Industrie im Westen der Gemeinde Kölleda ermöglichen zu können. Die dafür benötigte Infrastruktur wird voraussichtlich parallel zu einer bereits bestehenden Erdgas-Hochdruckleitung zwischen Schwerborn und der Gemeinde Kölleda verlaufen (siehe nachfolgende systematische Abbildung).

Langfristig wird dieser Netzbereich über die vorgelagerte Netzebene und damit aus dem entlang der A4-Achse verlaufenden Wasserstoff-Kernnetz (Netzbetreiber: GASCADE Gastransport GmbH) beziehungsweise dem TH2ECO-System der Ferngas Netzgesellschaft mbH versorgt. Für das Stadtgebiet Kölleda ist derzeit noch keine vollständige oder partielle Umstellung bestehender Erdgassysteme auf Wasserstoff vorgesehen, da der TEN bislang keine entsprechenden Bedarfe gemeldet wurden. Insbesondere der Ankerkunde MDC könnte durch seinen hohen Verbrauch den Ausbau vorantreiben. Entsprechende Gespräche wurden schon geführt, die derzeit jedoch nicht weiterverfolgt werden, weshalb der Bau einer Trasse ungewiss ist.

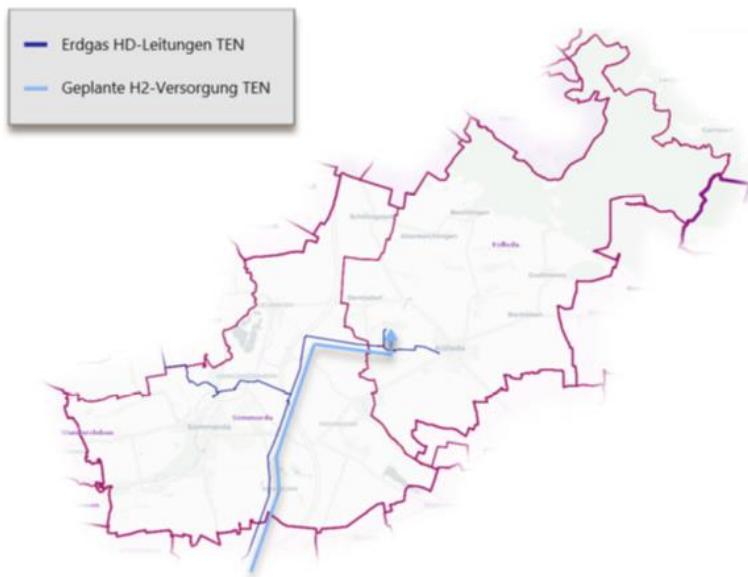


Abbildung 63: Derzeitige Erdgas Hochdruckleitung und geplante Wasserstoffleitung

Die Wasserstoffstrategie der THEGA zeigt, dass für die Gebäudewärme kurzfristig kein Wasserstoff geplant ist. Mittelfristig ist die Nutzung für zentrale Anwendungen als „mittel“ eingestuft. Sinnvoll kann es insbesondere für stoffliche Anwendung und im Verkehrssektor sein.

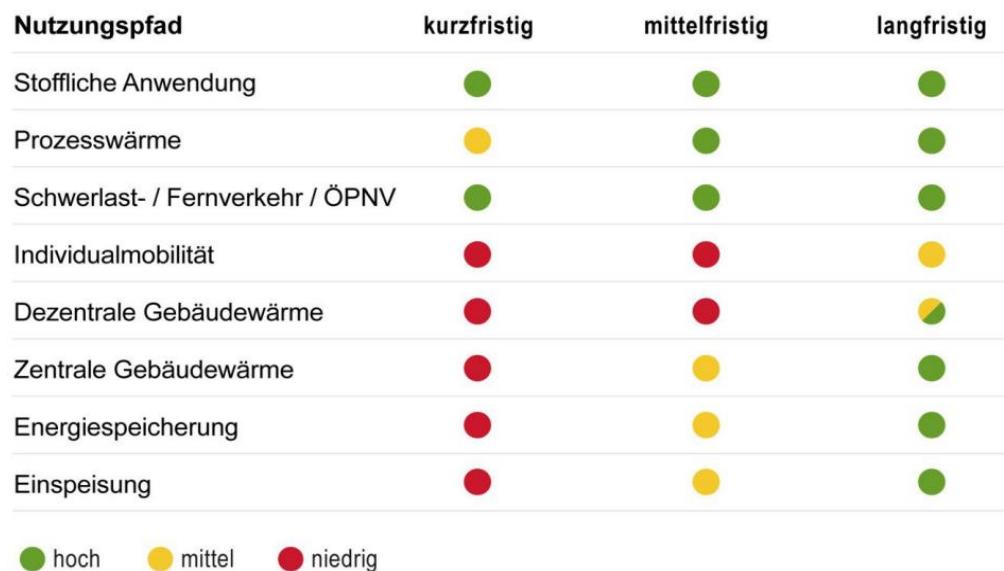


Abbildung 64: Potenziale der H2-Nutzungspfade<sup>3</sup>

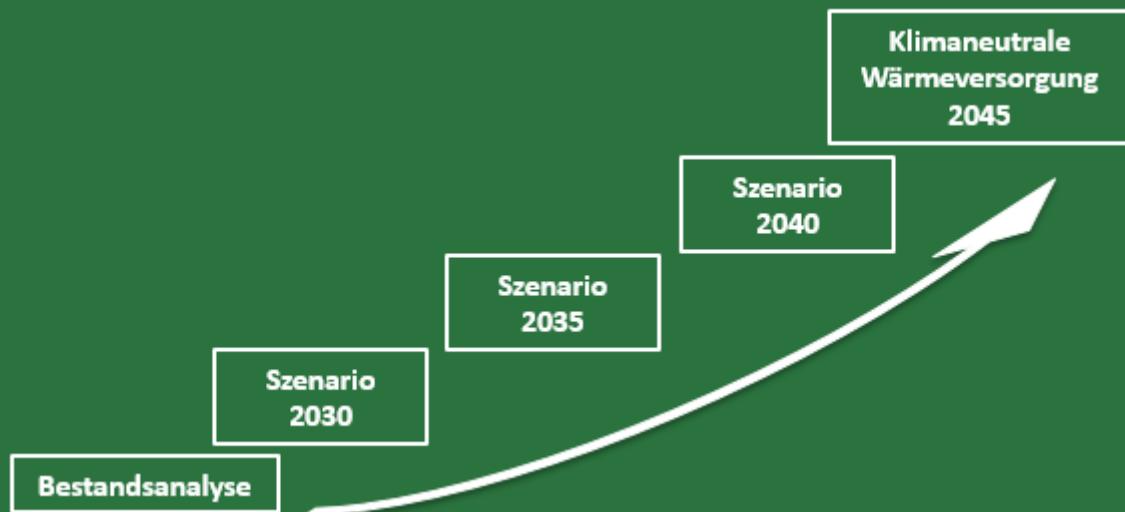
3

[https://www.thega.de/fileadmin/user\\_upload/Publikationen/Wasserstoffmobilitaet/Thueringer\\_Landesstrategie\\_Wasserstoff.pdf](https://www.thega.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Wasserstoffmobilitaet/Thueringer_Landesstrategie_Wasserstoff.pdf)

# 4. Szenarienentwicklung

Die Szenarienentwicklung ist ein zentraler Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung und dient der langfristigen und nachhaltigen Gestaltung der Wärmeversorgung. Ziel ist es, verschiedene Zukunftsperspektiven für die Wärmeversorgung der Kommune zu entwickeln, die sich auf erneuerbare Energien und unvermeidbare Abwärme stützen. Die Szenarien werden für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045 formuliert, wobei jeder Zeitraum spezifische Zielsetzungen verfolgt.

Die Szenarienentwicklung berücksichtigt verschiedene Potenziale wie die Nutzung erneuerbarer Energien, Abwärmequellen und die energetische Sanierung des Bestandsgebäudes. Sie stellt auch sicher, dass technologische Entwicklungen und flexible Systeme wie Wärmespeicher in die Planung einbezogen werden. Für jedes Szenario werden klare Zielgrößen definiert, die regelmäßig überprüft und angepasst werden.



## 4.1. Entwicklung der Wärmeversorgungsgebiete

Mit den Ergebnissen der Bestands- und Potenzialanalyse wird in diesem Kapitel das Zielszenario entworfen.

Das Zielszenario beschreibt anhand verschiedener Indikatoren wie das Ziel einer auf erneuerbaren Energien oder Nutzung von unvermeidbarer Abwärme basierenden Wärmeversorgung, für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045 stattfinden soll.

Für die Stadt Kölleda wurden zwei wesentliche Versorgungsansätze untersucht: Einerseits eine leitungsgebundene Wärmeversorgung über zentrale Wärmenetze, andererseits dezentrale, klimaneutrale Einzelversorgungen auf Gebäudeebene. Aufgrund der derzeitigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und der hohen Umsetzungskosten gelten Wasserstoffnetze im privaten Bereich aktuell als nicht wirtschaftlich. Daher wurden sie in der vorliegenden Analyse nicht weiter vertieft betrachtet. Die Eignung leitungsgebundener Wärmeversorgung, wird über den empirischen Kennwert der Wärmeliniendichte maßgeblich entschieden.

Die Wärmeliniendichte (WLD) wird als zentrales Planungstool für Wärmenetzlösungen genutzt. Sie projiziert die Summe aller Wärmeverbräuche im Betrachtungsgebiet über die Länge der betrachteten Trasse.

$$WLD = \frac{\sum \text{Wärmeverbrauch} \left[ \frac{\text{kWh}}{a} \right]}{\sum \text{Trassenlänge} [\text{m}]}$$

Als wirtschaftlich umsetzbar gelten in der Regel Wärmeliniendichten ab  $1.500 \text{ kWh}/a \cdot m_{Trasse}$ . Praxiserfahrungen zeigen jedoch, dass ein belastbarer Wert eher im Bereich von  $2.000 - 2.500 \text{ kWh}/a \cdot m_{Trasse}$  anzusiedeln ist. Dieser berücksichtigt auch Abweichungen zwischen theoretischer Berechnung und praktischer Umsetzung. So werden in der Methodik unter anderem hausinterne Anschlussleitungen (HAST) sowie eine möglicherweise fehlende Anschlussbereitschaft nicht berücksichtigt.

Auf Basis dieser Annahmen, sowie in Gesprächen mit dem örtlichen Netzbetreiber wurden weitere geeignete Gebiete für eine zentrale Wärmeversorgung identifiziert.

Die Entscheidung ist in Abbildung 65 zu sehen. In der Abbildung sind nur die Straßenabschnitte mit einem Energieverbrauch von mindestens  $1.500 \text{ kWh}/a \cdot m_{Trasse}$  zu erkennen. Dabei wird das Jahr 2045 und die in Kapitel 3.1 gezeigten Sanierungsrate und damit Endenergieverbräuche angenommen. Es wird deutlich, dass viele Straßen in der Altstadt sowie einige Straßen im Südosten der Stadt weiter erschlossen werden können. Diese fördern die Wirtschaftlichkeit der bestehenden Wärmenetze und führt zu einer einfachen Möglichkeit für die Einwohner sich langfristig mit erneuerbaren Energien zu versorgen.

In den kleineren Ortschaften in denen es derzeit keine Biogasanlage gibt, wird eine Einzelversorgung angestrebt. Neben dem Ausbau der bestehenden Biogasanlagen wird erkennbar, dass es viele dezentrale Lösungen geben wird. Es wird davon ausgegangen, dass es zu einem Technologie-Mix innerhalb des Untersuchungsgebietes kommen wird. In der Kernstadt von Kölleda, in der derzeit noch Erdgas zur Verfügung steht könnten in Zukunft verstärkt klimaneutrale Gase eingesetzt oder das Wärmenetz ausgebaut werden.

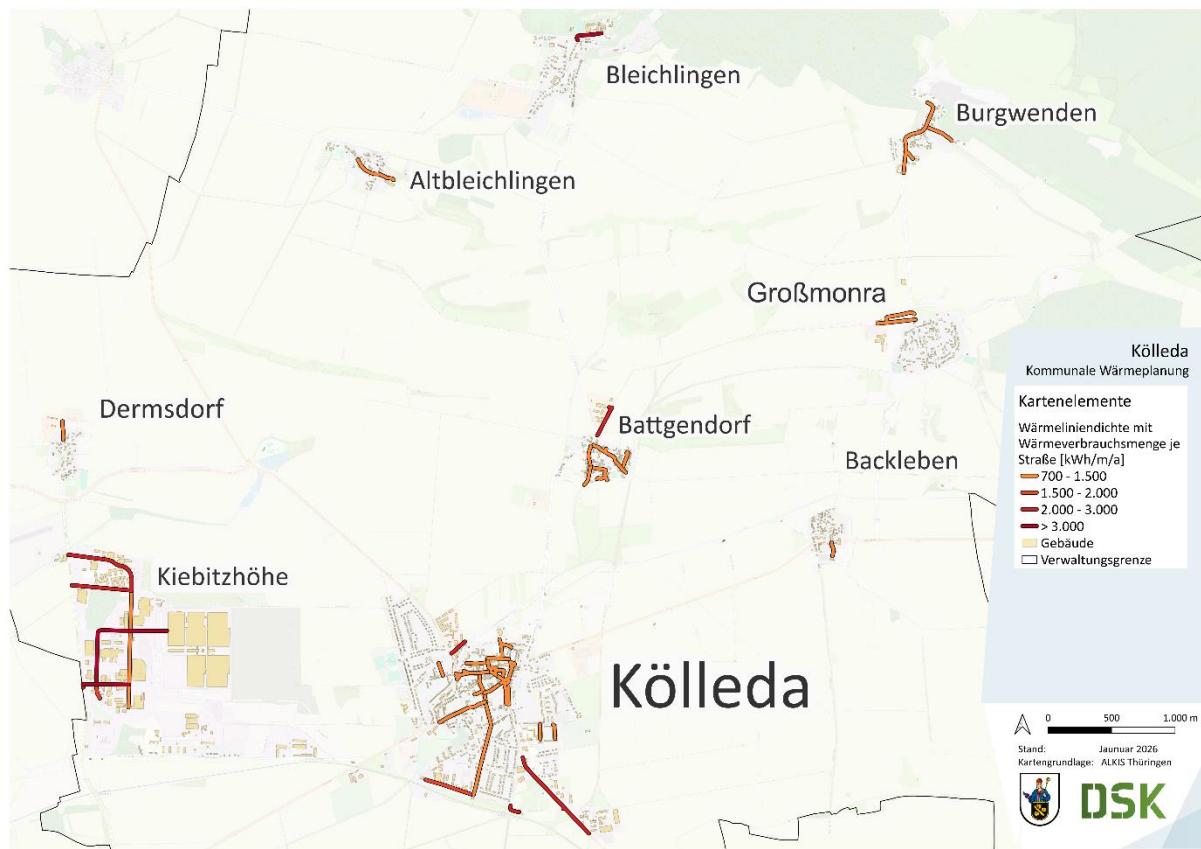


Abbildung 65: Wärmelinien dichten ab 700 kWh pro laufenden Meter und Jahr Quelle: DSK, 2025

## 4.2. Eignung der Wärmeversorgungsarten

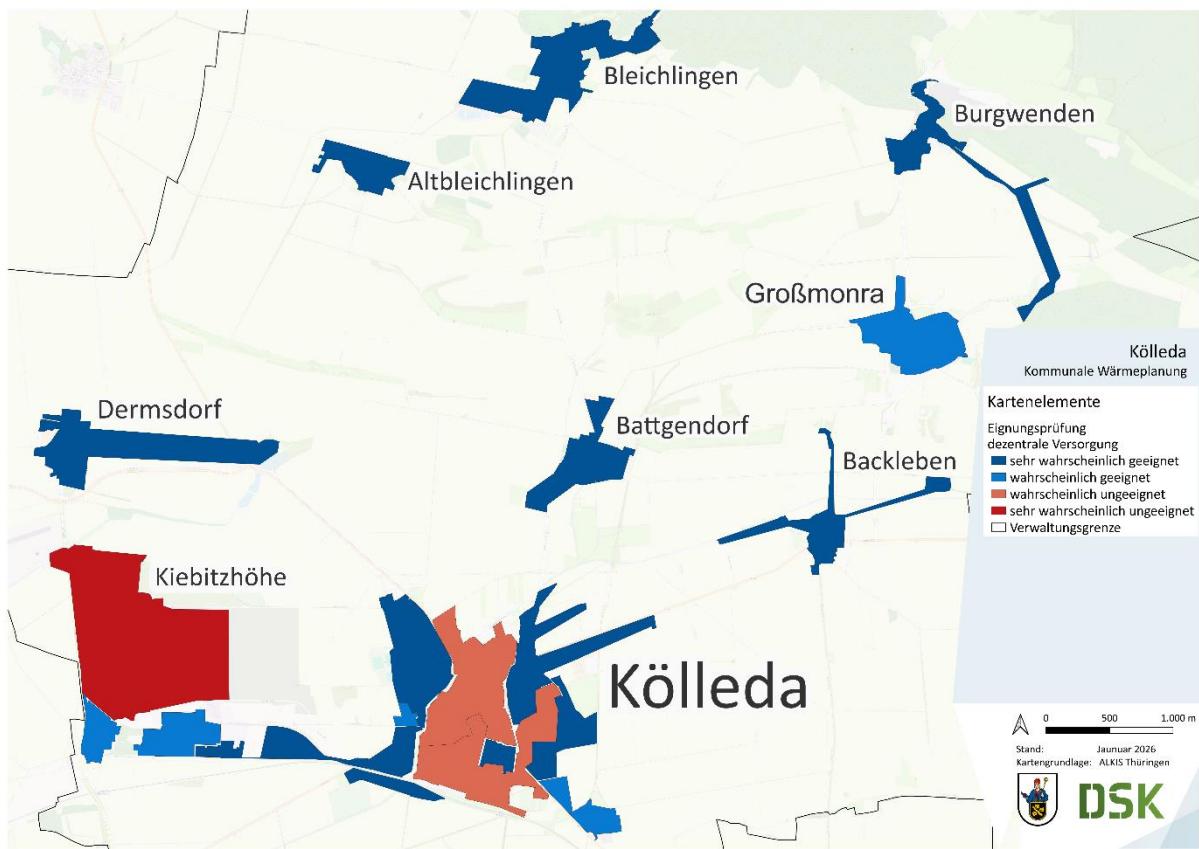


Abbildung 66: Eignungsprüfung für die dezentrale Versorgung Quelle: DSK, 2025

Die Abbildung 66 stellt die Eignung der dezentralen Versorgung dar. Daraus geht hervor, dass die meisten Gebiete sehr wahrscheinlich für die dezentrale Versorgung geeignet sind. Ungeeignet ist insbesondere die Kernstadt und das Industriegebiet Kiebitzhöhe. Die Kernstadt, weil die Verdichtung in dem Gebiet und der Denkmalschutz die dezentralen Versorgungsoptionen einschränken. Das zeigt beispielsweise die Wärmepumpenanalyse in Kapitel 3.6. Die dezentrale Versorgung bedeutet die Eigentümerinnen der Gebäude müssen sich selbstständig um die klimaneutrale Wärmeversorgung gemäß Gebäudeenergiegesetz kümmern und sicherstellen, dass sie die geltenden Vorgaben einhalten. Begründet wird dies aus der bisherigen Struktur der Ortsteile. Es konnte gezeigt werden, dass alle Gebäude bereits eine individuelle Lösung verbaut haben und es zudem keine leitungsgebundenen Energieträger gibt, wodurch der Aufbau technische und wirtschaftlich als nicht sinnvoll erachtet wird.

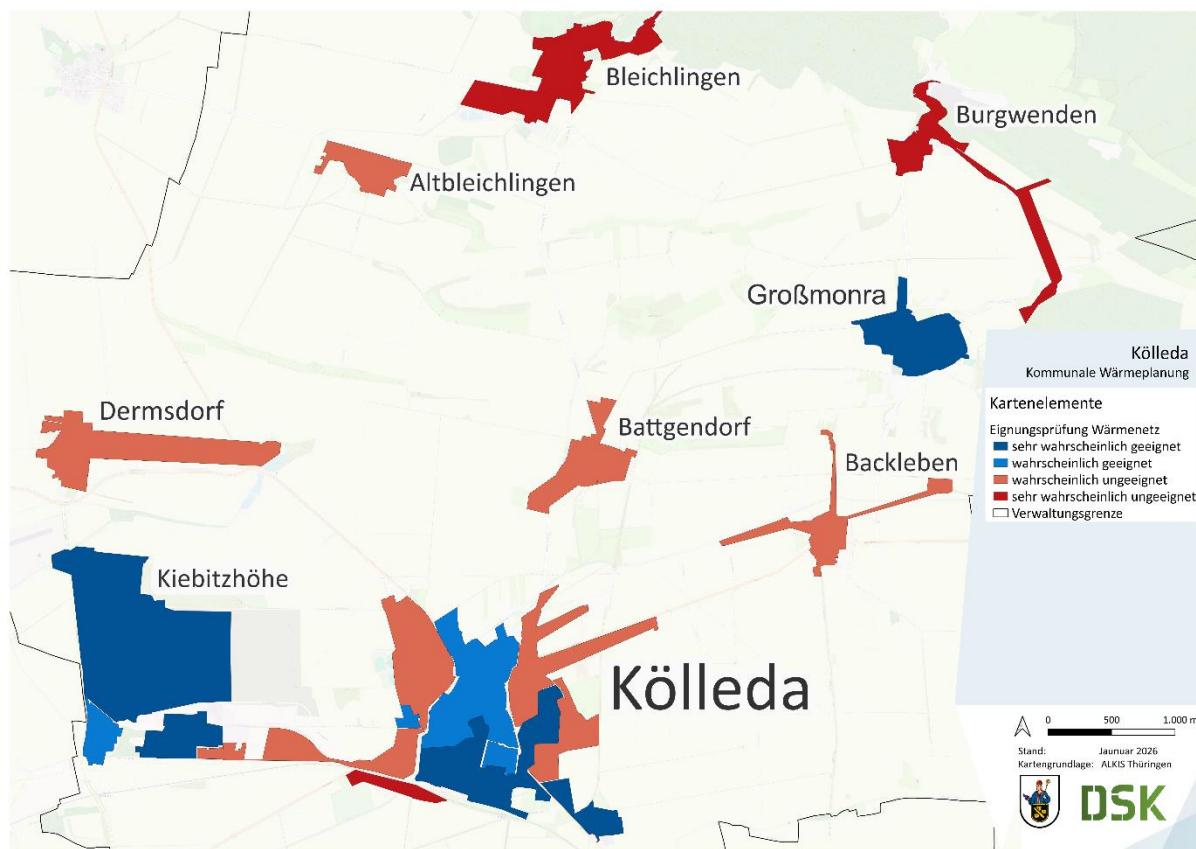


Abbildung 67: Eignungsprüfung Wärmenetz Quelle: DSK, 2025

Die Eignung der Versorgungsgebiete mit Wärmenetz ist in der Abbildung 67 dargestellt. Dabei ist zu sehen, dass insbesondere die Gebiete, in denen bereits ein Wärmenetz vorhanden ist, der Fortbestand bis zum Zieljahr 2045 als sehr wahrscheinlich angesehen wird. Zudem ist die Altstadt der Kölledaer Kernstadt als wahrscheinlich geeignet anzusehen. In den Ortschaften ist derzeit keine Errichtung eines Wärmenetzes absehbar.

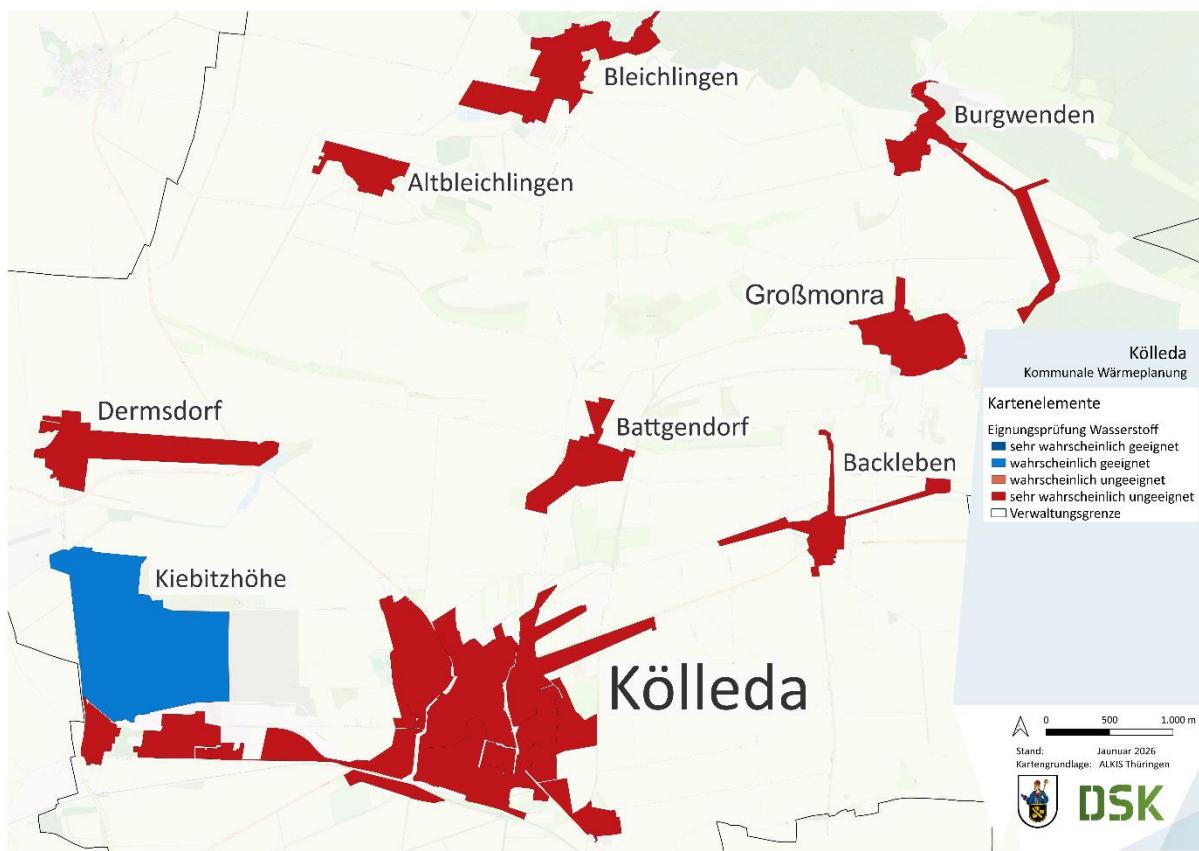


Abbildung 68: Eignungsprüfung Wasserstoff Quelle: DSK, 2025

Die Eignung für Wasserstoff ist, wie in der Abbildung 68 dargestellt, lediglich für das Industriegebiet wahrscheinlich. Zudem ist denkbar, dass Teil der Stadt unter anderem mit klimaneutralen Gasen insbesondere Biomethan versorgt werden könnten. Wie in Kapitel 3.11 dargestellt, gibt es im Netzgebiet teilweise Potenziale zur Deckung dieses Bedarfs. Der nicht gedeckte Bedarf, muss von Märkten importiert werden, die sich außerhalb des Untersuchungsgebiets befinden. Nach aktuellen Studien hat sich aber ein Markt für Biomethan etabliert, sodass die Bedarfe derzeit gedeckt werden können.

#### 4.3. Zusammenstellung des zukünftigen Energiemixes

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung, wird anhand der Wärmeversorgungsgebiete, sowie der Gebiete mit besonderer Eignung der zukünftige Energiemix näherungsweise ermittelt. Im vorliegenden Untersuchungsgebiet werden teilweise zusätzliche Wärmenetze geprüft. Für die dezentralen Gebiete ist nur schwer ermittelbar welcher Energieträger genutzt wird, da grundsätzlich jeder Eigentümer eine individuelle Wärmeerzeugungsanlage nutzen darf.

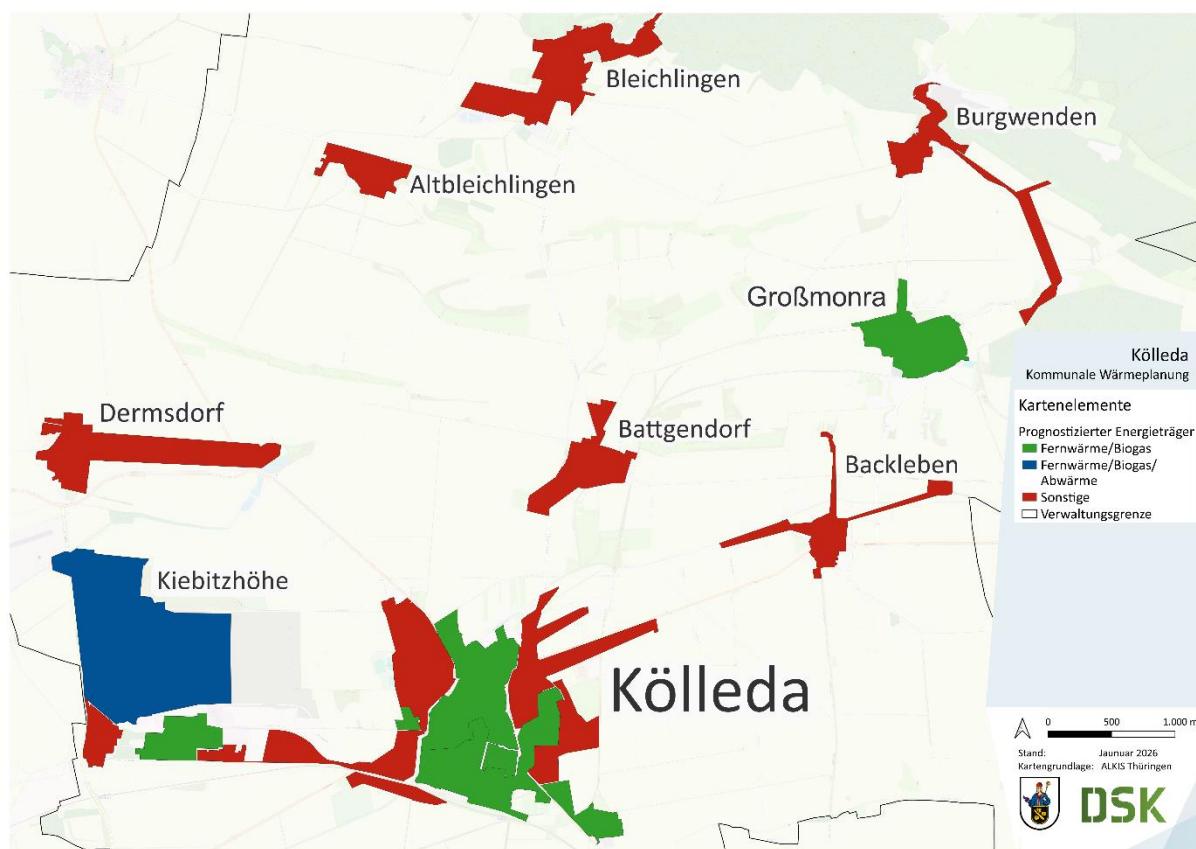


Abbildung 69: Prognostizierter Energieträger für die Gemeinde Kölleda Quelle: DSK, 2025

# 5. Eignungsgebiete

Die Ausweisung von Eignungsgebieten bildet einen weiteren zentralen Bestandteil der kommunalen Wärmeplanung. Sie dient dazu, räumliche Bereiche innerhalb des Untersuchungsgebiets von Kölleda zu identifizieren, in denen der Einsatz bestimmter Wärmeversorgungsoptionen besonders zweckmäßig und zukunftsfähig erscheint.

Grundlage für die Bestimmung dieser Gebiete ist die Verknüpfung von ermitteltem Wärmebedarf, baulicher Struktur, siedlungsstrukturellen Gegebenheiten und vorhandenen sowie potenziellen Energiequellen. Auf diese Weise lassen sich Flächen herausarbeiten, die eine besondere Eignung für leitungsgebundene Versorgungssysteme wie Wärmenetze aufweisen. Ebenso können Bereiche bestimmt werden, in denen dezentrale erneuerbare Lösungen – etwa Wärmepumpen, Biomasseanlagen oder Solarthermie – vorrangig sinnvoll sind.

Bei der Abgrenzung der Eignungsgebiete wird eine gesamtstädtische Betrachtung vorgenommen, die sowohl die Effizienzpotenziale der Energieinfrastruktur als auch die wirtschaftliche Umsetzbarkeit berücksichtigt. Damit wird eine Grundlage geschaffen, um für unterschiedliche Quartiere und Ortsteile maßgeschneiderte Strategien zur Wärmeversorgung entwickeln zu können.

## 5.1. Eignungsgebiete

Die Eignungsgebiete sind in Abbildung 70 zu erkennen. Daraus geht hervor, dass alle Gebiete um Kölleda herum als „Dezentral“ eingestuft werden. Im Untersuchungsgebiet gibt es jedoch einige Ausnahmen. Zum einen der Ortsteile Kernstadt, Kiebitzhöhe und Großmonra. In den drei Ortsteilen gibt es vier Biogasanlagen. Es gilt noch zu prüfen inwieweit die Kapazitäten für die Erweiterung der Wärmenetze ausreichen. In dem Gebiet Kiebitzhöhe stehen zudem Abwärme potenziale zur Verfügung die genutzt werden könnten. Die genaue Menge dafür ist jedoch erst im nächsten Jahr abschätzbar, da der mögliche Abwärmelieferant gerade seine Produktion umgestellt hat. Aus dem Grund sind die Gebiete als „Prüfgebiet“ klassifiziert worden. Das bedeutet, dass bei der Fortschreibung des Wärmeplans in den kommenden fünf Jahren diese beiden Ortsteile nochmal analysiert werden, um mögliche Entwicklungen zu berücksichtigen.

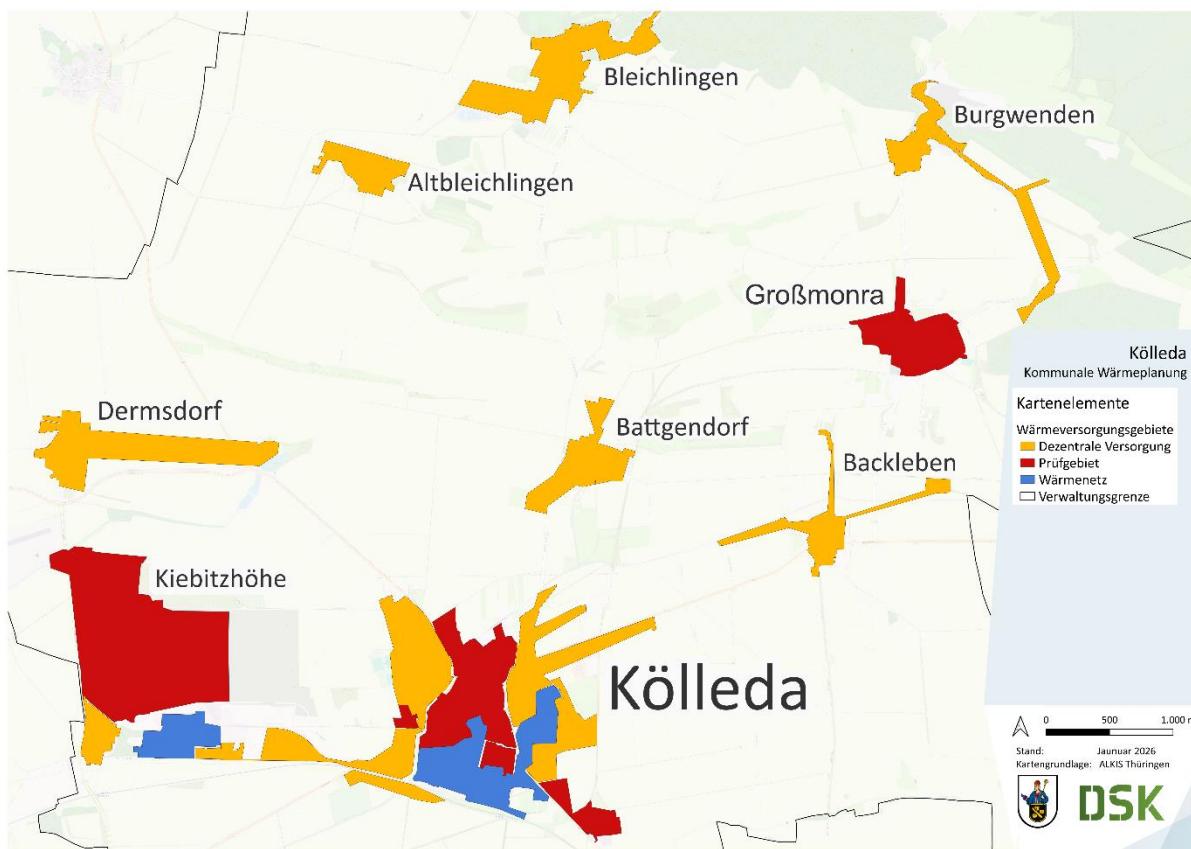


Abbildung 70: Eignungsgebiete Untersuchungsgebiet Kölleda Quelle: DSK, 2025

Es wird deutlich, dass die beiden bisherigen Wärmenetze erhalten bleiben sollen. Zusätzlich soll in der Fortschreibung geprüft werden, ob es mögliche Erweiterungen gibt. Diese sind als Prüfgebiet deklariert. Zudem wird erkennbar, dass der Großteil der Stadt unter anderem mit klimaneutralen Gasen insb. Biomethan versorgt werden soll. Wie in Kapitel 3.11 dargestellt, gibt es im Netzgebiet teilweise Potenziale zur Deckung dieses Bedarfs. Der nicht gedeckte Bedarf, muss von Märkten importiert werden, die sich außerhalb des Untersuchungsgebiets befinden. Nach aktuellen Studien hat sich aber ein Markt für Biomethan etabliert, sodass die Bedarfe derzeit gedeckt werden können. Alternativ können Eigentümer wie bisher individuelle Lösungen nutzen oder hybride Systeme installieren.

Im Untersuchungsgebiet gibt es nur zwei Ausnahmen. Zum einen der Ortsteil Schwanebeck und zum anderen Werbig. In beiden Ortsteilen gibt es zwei Biogasanlagen, die ihre Kapazitäten derzeit erweitern wollen. Damit wären sie in der Lage auch Biogas in ein mögliches Netz einzuspeisen. Die Erweiterung der Anlagen soll aber erst im Sommer 2026 erfolgen, daher ist momentan noch kein klares Potenzial erkennbar. Aus dem Grund sind die Gebiete als „Prüfgebiet“ klassifiziert worden. Das bedeutet, dass bei der Fortschreibung des Wärmeplans in den kommenden fünf Jahren diese beiden Ortsteile nochmal analysiert werden, um mögliche Entwicklungen zu berücksichtigen.

# 6. Wärmewendestrategie

Für die erfolgreiche Umsetzung der Wärmewende sind verschiedene Arten von Maßnahmen erforderlich. Nur durch ein koordiniertes Zusammenspiel der technischen Maßnahmen mit begleitenden Maßnahmen kann das Ziel einer klimaneutralen Wärmeversorgung bis 2045 erreicht werden. Während die Umsetzungsstrategie den Schwerpunkt auf die Maßnahmen zur Umsetzung des Zielszenarios legt, adressiert die Verstetigungsstrategie die sozio-ökonomischen, politischen und organisatorischen Aspekte, die die Umsetzung dieser Maßnahmen ermöglichen sollen. Das Controllingkonzept dient der Nachverfolgung der beschlossenen Maßnahmen. Die Wärmewendestrategie bildet den Rahmen, in dem alle Maßnahmen zusammenlaufen. Sie ist in folgender Abbildung dargestellt

## 6.1. Umsetzungsstrategie

### Maßnahmenkatalog nach § 20 Wärmeplanungsgesetz

Der Prozess der kommunalen Wärmeplanung führt Potenziale und Bedarf systematisch zusammen. Auf diese Weise lassen sich Einsatzmöglichkeiten der Energiequellen in einem klimaneutralen Wärmesystem definieren und lokal umsetzen. Aufbauend auf der Szenarienentwicklung werden sowohl grundlegende als auch konkrete Maßnahmen für die Stadt Kölleda und Strategien formuliert, die für die erfolgreiche Umsetzung dieses Transformationsprozesses empfohlen werden.

Im Rahmen dieses Berichts werden zunächst die grundlegenden Ansätze und die geplante Struktur der Maßnahmen vorgestellt. Die konkreten Maßnahmen werden in einem späteren Schritt entwickelt und angepasst. Der kommunale Wärmeplan soll in der anschließenden Umsetzungsphase Orientierung für alle an der Wärmewende beteiligten Akteure geben. Seine Ergebnisse und Handlungsvorschläge dienen der Verwaltung und dem Gemeinderat als Grundlage für die weitere Stadt- und Energieplanung. Während des gesamten Prozesses gilt es, die Inhalte anderer Vorhaben der Kommune, etwa die der Bauleit- oder Regionalplanung, zu berücksichtigen. Es wird angeraten alle Maßnahmen für Kölleda in Verbindung mit Klimaschutz und Klimaresilienz konzeptübergreifend zu bündeln und ein umfassendes Controlling aufzubauen.

### Maßnahmenbewertung

Die Bewertung der Maßnahmen erfolgt anhand mehrerer Kriterien, die in den Steckbriefen dargestellt sind. Dazu zählen:

- **Beginn der Maßnahme:** Kurz-, Mittel- oder Langfristig
- **Dauer der Maßnahme:** Geplanter Umsetzungszeitraum
- **Priorität:** Niedrig, Mittel, Hoch
- **Ziel und Beitrag zur Erreichung des Zielszenarios:** Einfluss auf die Wärmewende
- **Erforderliche Umsetzungsschritte:** Konkrete Schritte zur Umsetzung der Maßnahme, insbesondere bei hoher Priorität
- **Beteiligte Akteure:** Verantwortliche für die Umsetzung sowie adressierte Gruppen
- **Kostenabschätzung:** Niedrig, Mittel, Hoch
- **Fördermöglichkeiten:** Programme, die zur finanziellen Unterstützung genutzt werden können
- **Flankierende Aktivitäten:** Synergien, begleitende Maßnahmen, Monitoring

In der nachfolgenden Tabelle 29, Tabelle 30 und Tabelle 31 werden die für die Bewertungskategorien Beginn der Maßnahme, Priorität und Kostenabschätzung dargestellt, die zur Bewertung genutzt werden würden.

Die Kostenabschätzung bezieht sich auf die erwarteten Aufwendungen zur Umsetzung der jeweiligen Maßnahme. Mögliche Gewinne oder Einsparungen, z. B. durch reduzierte Energiekosten, sind in der Bewertung nicht berücksichtigt.

Tabelle 29: Maßnahmenkriterium „Beginn der Maßnahme“

| Kurzfristig | Mittelfristig | Langfristig      |
|-------------|---------------|------------------|
| Bis 3 Jahre | 3 bis 7 Jahre | Mehr als 7 Jahre |

Tabelle 30: Maßnahmenkriterium „Priorität“

| Niedrig                                                                                                                                                                                                                                                            | Mittel                                                                                                                                                                                                                                                         | Hoch                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Maßnahme hat nur einen geringen direkten Einfluss auf die THG-Minderung oder die Zielerreichung der Kommunalen Wärmeplanung. Sie kann ergänzend wirken oder ist vor allem unterstützend/aktivierend, ohne kurzfristig relevante Emissionseinsparungen zu erzielen. | Maßnahme hat einen indirekten oder mittelfristigen Einfluss auf die THG-Minderung, z. B. durch Bewusstseinsbildung, Vernetzung oder die Vorbereitung von Projekten. Sie schafft Rahmenbedingungen, ohne selbst direkt große Emissionseinsparungen zu bewirken. | Maßnahme trägt unmittelbar und deutlich zur Zielerreichung bei – etwa durch die Umsetzung von Projekten, die direkt Emissionen mindern oder durch die Schaffung zentraler Strukturen, die Voraussetzung für viele weitere Maßnahmen sind. |

Tabelle 31: Maßnahmenkriterium „Kostenabschätzung“

| Niedrig          | Mittel                 | Hoch           |
|------------------|------------------------|----------------|
| bis ca. 25.000 € | ca. 25.000 – 150.000 € | über 150.000 € |

## 6.2. Verstetigungsstrategie

Die Verstetigungsstrategie für Kölleda zielt darauf ab, die kommunale Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energien langfristig zu sichern. Dabei wird der Fokus auf die Schaffung stabiler organisatorischer Strukturen und eine starke Einbindung der lokalen Akteure gelegt, ohne die technische Planung von Wärmenetzen zu berücksichtigen, da dies von der Stadt nicht gewünscht ist. Die Strategie umfasst mehrere Kernkomponenten, um sicherzustellen, dass die Wärmeprojekte nachhaltig und erfolgreich umgesetzt werden können.

### Umsetzungsformen für kommunales Handeln

#### Gesellschaftsrechtliche Formen

Die Transformation der Wärmeversorgung zählt zu den zentralen kommunalen Zukunftsaufgaben. Gerade ländliche Regionen wie Kölleda stehen vor der Herausforderung, wirtschaftlich tragfähige Modelle zur lokalen Wärmeerzeugung und -vermarktung zu entwickeln und dabei möglichst eine gemeinwohlorientierte Wärmeversorgung zu ermöglichen. Gleichzeitig eröffnet sich die Chance, Projekte im Bereich Wärmeversorgung, die für klassische Betreiber unattraktiv sind, durch die aktive Beteiligung der Bevölkerung umzusetzen.

Ein Bestandteil dieses Konzeptes ist daher die Prüfung von Möglichkeiten zum Aufbau einer kommunalen oder bürgergetragenen Umsetzungsstruktur für die lokale Wärmeproduktion. Ziel ist es, lokal erzeugte Wärme aus erneuerbaren Energien kostengünstig bereitzustellen.

Die Vielzahl an Organisationsformen erlaubt es, für Kölleda die jeweils passende Rechtsform auszuwählen. Bei der Entscheidung spielen verschiedene Kriterien eine Rolle:

- Einfluss- und Steuerungsmöglichkeiten der Gemeinde,
- Haftungsrisiken, insbesondere im Hinblick auf die Haushaltslage,
- die Größe und der Umfang der Unternehmung,
- Beteiligungsmöglichkeiten für Bürger oder Investoren,
- Anforderungen an die Kapitalausstattung und Ergebnisverwendung.

Das Ziel ist es, die für Kölleda geeigneten Betreiberstrukturen systematisch darzustellen, ihre Eignung für die lokalen Rahmenbedingungen zu bewerten und realistische Modelle für Beteiligung und Wachstum aufzuzeigen.

### **Rechtlicher Rahmen in Thüringen**

Die unternehmerische Tätigkeit von Kommunen wird in der Thüringer Kommunalordnung (ThürKO) geregelt. Nach § 102 Abs. 1 ThürKO kann eine Gemeinde Unternehmen in folgenden Formen gründen, übernehmen oder sich daran beteiligen:

- als Eigenbetrieb,
- als kommunale Anstalt öffentlichen Rechts (AöR),
- in privatrechtlichen Rechtsformen.

Dies ist nur zulässig, wenn:

- ein öffentlicher Zweck die Tätigkeit rechtfertigt,
- die Unternehmung in einem angemessenen Verhältnis zur Leistungsfähigkeit der Gemeinde und zum Bedarf steht,
- die Aufgaben außerhalb der allgemeinen Verwaltung geeignet sind,
- der Zweck nicht ebenso gut durch Dritte erfüllt werden kann – ausgenommen ist die Daseinsvorsorge, insbesondere im Bereich der Strom-, Gas- und Wärmeversorgung (§ 102 Abs. 2 ThürKO).

Darüber hinaus gilt: Unternehmen der Gemeinde dürfen die örtliche Wirtschaft nicht wesentlich beeinträchtigen (§ 102 Abs. 3 ThürKO). Tätigkeiten außerhalb des Gemeindegebiets sind zulässig, müssen aber angezeigt oder genehmigt werden (§ 102 Abs. 5 ThürKO).

### **Eigenbetrieb**

Der Eigenbetrieb ist ein Sondervermögen der Gemeinde ohne eigene Rechtspersönlichkeit. Er ist organisatorisch von der Verwaltung getrennt, rechtlich jedoch eng gebunden.

### Einflussmöglichkeiten

Der Eigenbetrieb bietet der Stadt Kölleda umfassende Kontrollmöglichkeiten. Wichtige Entscheidungen trifft die Stadtverordnetenversammlung oder ein Werksausschuss. Dadurch ist eine enge politische Steuerung möglich, zugleich aber nur begrenzte unternehmerische Flexibilität.

#### Haftung

Kölleda haftet mit ihrem gesamten Vermögen für die Verbindlichkeiten des Eigenbetriebs. Damit trägt die Stadt das volle wirtschaftliche Risiko.

#### Größe

Aufgrund der geringen Flexibilität eignet sich der Eigenbetrieb eher für kleinere Unternehmungen mit überschaubarem Marktumfeld.

#### Beteiligungsmöglichkeiten Dritter

Eine Beteiligung Dritter ist nicht möglich.

#### Kapitalausstattung und Ergebniszufuss

Die Stadt muss den Eigenbetrieb bei Gründung angemessen kapitalisieren. Gewinne dienen vorrangig der Rücklagenbildung. Defizite sind aus Haushaltmitteln der Stadt auszugleichen.

#### Zusammenfassung

| Vorteil                                            | Nachteil                                        |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| • Hohe Steuerungsmöglichkeiten durch die Stadt     | • Volles wirtschaftliches Risiko bei der Stadt  |
| • Erlass von Verwaltungsakten und Gebühren möglich | • Keine Beteiligung Dritter                     |
| • Keine Insolvenzfähigkeit                         | • Geringe Flexibilität und Wettbewerbsfähigkeit |

#### **Kommunalunternehmen – Anstalt des öffentlichen Rechts (AöR)**

Das Kommunalunternehmen ist eine eigenständige juristische Person in der Rechtsform einer AöR. Es verbindet hoheitliche Möglichkeiten mit größerer Selbstständigkeit gegenüber dem Eigenbetrieb.

#### Steuerung

Das Kommunalunternehmen wird durch einen Vorstand geleitet, der durch einen Verwaltungsrat kontrolliert wird. Dieser besteht in der Regel aus dem Bürgermeister und weiteren Mitgliedern der Stadtverordnetenversammlung. Damit bleibt eine starke politische Einflussnahme erhalten, während das Unternehmen operativ eigenständig agiert.

#### Haftung

Die Stadt Kölleda haftet unbeschränkt für die Verbindlichkeiten des Kommunalunternehmens (Gewährträgerhaftung).

### Größe

Die AöR eignet sich für Vorhaben aller Größenordnungen. Der organisatorische und satzungsrechtliche Aufwand ist jedoch höher als beim Eigenbetrieb.

### Beteiligungsmöglichkeiten Dritter

Eine Beteiligung privater Investoren oder Bürger ist in dieser Rechtsform nicht möglich. Kooperationen mit anderen Kommunen über gemeinsame AöR sind dagegen zulässig.

### Kapitalausstattung und Ergebniszufloss

Das Kommunalunternehmen wird durch die Stadt mit Kapital und Sachmitteln ausgestattet. Eine Unterkapitalisierung ist zu vermeiden, damit die Aufgaben nachhaltig erfüllt werden können.

### Zusammenfassung

| Vorteil                                                                             | Nachteil                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| • Eigenständige Rechtspersönlichkeit mit größerer Flexibilität als der Eigenbetrieb | • Unbeschränkte Haftung der Stadt               |
| • Klare Trennung von Leitung und Kontrolle                                          | • Keine Beteiligung von Bürgern oder Investoren |
| • Möglichkeit zum Erlass von Verwaltungsakten und Gebühren                          | • Höherer Gründungs- und Verwaltungsaufwand     |

### **Formen der Kommunalen Gemeinschaftsarbeit**

Die Zusammenarbeit zwischen Kommunen durch interkommunale Kooperation kann aus Sicht der Risikominimierung oder der Lastenteilung sinnvoll sein. Gerade kleine Gemeinden wie Kölleda wird empfohlen, Risiken und Lasten gemeinsam zu tragen, um auch bei schwierigen Ausgangsbedingungen wirtschaftliche Betätigungen realisieren zu können.

Die kommunale Gemeinschaftsarbeit wird im Thüringer Gesetz über die kommunale Gemeinschaftsarbeit (ThürKomZG) geregelt. Nach § 2 Abs. 1 ThürKomZG können hierfür insbesondere folgende Formen gebildet werden:

- Kommunale Arbeitsgemeinschaften,
- Zweckvereinbarungen,
- Zweckverbände sowie
- Gemeinsame kommunale Anstalten des öffentlichen Rechts.

### **Kommunale Arbeitsgemeinschaften**

Das ThürKomZG unterscheidet wie in anderen Bundesländern zwischen zwei Arten von Arbeitsgemeinschaften:

- **Einfache Arbeitsgemeinschaft (§ 4 ThürKomZG):** Sie wird durch öffentlich-rechtlichen Vertrag gegründet und dient der Abstimmung gemeinsamer Angelegenheiten. Dazu gehören insbesondere die Koordinierung von Planungen, die Vorbereitung gemeinsamer Flächennutzungspläne sowie die Sicherstellung einer wirtschaftlichen und zweckmäßigen Aufgabenerfüllung im regionalen Zusammenhang. Die Rechte und Pflichten der beteiligten Kommunen als Träger öffentlicher Aufgaben werden dadurch nicht berührt.
- **Besondere Arbeitsgemeinschaft (§ 5 ThürKomZG):** Hier werden die beteiligten Kommunen an Beschlüsse gebunden, wenn alle zugestimmt haben. Möglich ist auch, dass bestimmte Beschlüsse – etwa zur Geschäftsführung, zur Finanzplanung oder zu Richtlinien – bereits dann verbindlich sind, wenn die Mehrheit der beteiligten Organe zugestimmt hat.

### **Zweckvereinbarungen**

Zweckvereinbarungen entstehen, wenn Gemeinden oder Landkreise durch öffentlich-rechtlichen Vertrag eine oder mehrere Aufgaben mit einem bestimmten Zweck gemeinsam wahrnehmen.

Dies kann beispielsweise bedeuten, dass eine Kommune einer anderen die Mitbenutzung einer Einrichtung erlaubt oder Aufgaben vollständig überträgt. Ebenso können Einrichtungen gemeinschaftlich betrieben werden (§ 7 ThürKomZG).

Durch Zweckvereinbarungen entsteht keine neue Rechtspersönlichkeit. Sie eignen sich daher eher zur rechtlichen Rahmensetzung, z. B. wenn ein Eigenbetrieb einer Gemeinde Aufgaben auch in einer Nachbargemeinde übernimmt.

### **Zweckverband**

Ein Zweckverband ist die am weiteste reichende Form der interkommunalen Zusammenarbeit und wird in Teil 4 des ThürKomZG geregelt.

### Rechtsstellung

Gemeinden, Ämter und Landkreise können sich mit anderen Körperschaften, Anstalten und Stiftungen des öffentlichen Rechts zu einem Zweckverband zusammenschließen (§ 16 Abs. 1 ThürKomZG). Auch private juristische oder natürliche Personen können beteiligt werden, wenn dies der Aufgabenerfüllung dient und Gründe des öffentlichen Wohls nicht entgegenstehen (§ 16 Abs. 2 ThürKomZG).

Der Zweckverband wird durch öffentlich-rechtlichen Vertrag gegründet, der der Genehmigung der Kommunalaufsicht bedarf. Er erhält eigene Rechtspersönlichkeit als Körperschaft des öffentlichen Rechts.

### Aufgaben

Ein Zweckverband kann sowohl hoheitliche Aufgaben wahrnehmen als auch wirtschaftliche Tätigkeiten ausüben. Denkbar ist etwa ein Zweckverband zur Wärmeversorgung. Mit der Aufgabenübertragung gehen die entsprechenden Rechte und Pflichten auf den Verband über, einschließlich des Satzungsrechts (§ 20 ThürKomZG).

### Steuerung

Organe sind die Verbandsversammlung und der Verbandsvorsteher (§ 33 ThürKomZG). Die Verbandsversammlung ist oberstes Beschlussorgan, sie überwacht die Geschäftsführung und wählt den Vorsteher, der die laufenden Geschäfte führt und den Verband nach außen vertritt.

#### Haushalt und Wirtschaft

Der Zweckverband führt einen eigenen Haushalt (§ 36 ThürKomZG). Er kann zur Wahrnehmung seiner Aufgaben wirtschaftlich tätig sein und sich dabei der Organisationsformen bedienen, die auch Kommunen offenstehen (Eigenbetrieb, AöR, GmbH etc.). Für wirtschaftliche Unternehmen gelten die Vorschriften für Eigenbetriebe entsprechend.

#### Finanzierung

Der Zweckverband finanziert sich vorrangig über eigene Einnahmen (Gebühren, Beiträge, Entgelte). Reichen diese nicht aus, wird eine Verbandsumlage erhoben (§ 37 ThürKomZG). Deren Maßstab ist in der Satzung festzulegen und soll sich nach dem Nutzen für die Mitglieder richten.

#### Haftung

Der Zweckverband haftet mit seinem Vermögen für Verbindlichkeiten. Reicht dieses nicht aus, sind die Verbandsmitglieder nachschusspflichtig (§ 37 Abs. 3 ThürKomZG). Eine generelle Haftungsbegrenzung für alle Mitglieder ist nicht möglich, wodurch ein wirtschaftliches Risiko auf die beteiligten Kommunen übertragen bleibt.

#### **Fazit**

Für Kölleda kann die interkommunale Zusammenarbeit ein Weg sein, Verantwortung und Risiken einer wirtschaftlichen Tätigkeit – z. B. beim Aufbau gemeinsamer Wärmelösungen – zu teilen.

**Arbeitsgemeinschaften und Zweckvereinbarungen** sind eher Instrumente zur Abstimmung und rechtlichen Rahmensexzung, ohne eigene Rechtspersönlichkeit.

**Zweckverbände** hingegen schaffen eine rechtlich verselbstständigte Organisation mit eigenen Organen, Haushalt und Satzungsrecht. Sie eignen sich zur gemeinsamen Durchführung größerer Infrastrukturvorhaben, sind aber durch komplexe Entscheidungsprozesse und Nachschusspflichten der Mitglieder gekennzeichnet. Die Möglichkeit, auch private Akteure als Mitglieder einzubinden (§ 16 Abs. 2 ThürKomZG), macht Zweckverbände für Projekte im Bereich der Energieversorgung besonders interessant.

#### **Sonstige privatrechtliche Organisationsformen**

Neben den gängigen Organisationsformen bestehen weitere privatrechtliche Gesellschaftsformen wie die GbR, OHG, KG oder UG. Für die wirtschaftliche Betätigung von Kommunen sind diese jedoch **nur eingeschränkt oder gar nicht geeignet**:

- **GbR und OHG:** unbeschränkte persönliche Haftung der Gesellschafter – für Kommunen ausgeschlossen.
- **KG:** Beteiligung nur als Kommanditist denkbar, praktisch aber kaum umsetzbar.
- **AG:** zu komplex, kapitalintensiv und mit hohen Verwaltungsanforderungen verbunden.

- **UG:** geringe Kapitalausstattung und eingeschränkte Ergebnisverwendung, für kommunale Vorhaben unattraktiv.

Damit reduziert sich die Auswahl auf die **Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH)** als geeignete privatrechtliche Organisationsform für Kölleda.

### **Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH)**

Die GmbH ist die in der kommunalen Praxis am weitesten verbreitete privatrechtliche Rechtsform. Sie ist im GmbHG geregelt und bietet einen klaren rechtlichen Rahmen für Projekte im Bereich der Daseinsvorsorge wie die Wärmeversorgung.

#### Einflussmöglichkeiten

Die Stadt Kölleda kann über ihre Beteiligung direkten Einfluss auf die GmbH nehmen. Je nach Gesellschaftsvertrag kann sie z. B. im Aufsichtsrat vertreten sein oder Gesellschafterbeschlüsse mitgestalten. Damit lässt sich eine Balance zwischen kommunaler Steuerung und unternehmerischer Flexibilität herstellen.

#### Haftung

Die Haftung ist auf das Gesellschaftsvermögen begrenzt. Eine persönliche Haftung der Gesellschafter besteht nicht. Für die Kommune bedeutet dies eine deutliche Risikobegrenzung im Vergleich zu öffentlich-rechtlichen Organisationsformen wie Eigenbetrieb oder AöR.

#### Größe

Die GmbH ist flexibel und eignet sich für kleine wie größere Unternehmungen. Sie ist nicht an die Größe des Unternehmens gebunden und bietet damit einen weiten Anwendungsbereich – von Pilotprojekten bis zu umfassenden Wärmenetzstrukturen.

#### Beteiligungsmöglichkeiten Dritter

Ein wesentlicher Vorteil ist die Möglichkeit, Bürger, private Investoren oder Stadtwerke als Mitgesellschafter einzubinden. Damit kann sowohl Kapital als auch Akzeptanz in der Bevölkerung gewonnen werden.

#### Kapitalausstattung und Ergebniszufluss

Das Mindeststammkapital beträgt 25.000 € (§ 5 GmbHG), wobei Sacheinlagen zulässig sind. Die Ergebnisverwendung richtet sich nach dem Gesellschaftsvertrag. Gewinne können an die Gesellschafter ausgeschüttet werden, sofern keine Rücklagenbildung vorgeschrieben ist. Für Kölleda bedeutet dies: flexible Kapitalgestaltung und gleichzeitig die Möglichkeit, Überschüsse für die Stadt oder beteiligte Bürger nutzbar zu machen.

#### Zusammenfassung

Vorteil

Nachteil

- Klare Haftungsbegrenzung auf das Gesellschaftsvermögen.
- Flexibel bei Größe und Ausgestaltung.
- Beteiligung von Bürgern oder Investoren möglich.
- Professionelles Auftreten am Markt.
- Insolvenzfähig, damit höheres unternehmerisches Risiko als bei öffentlich-rechtlichen Formen.
- Gründungs- und Verwaltungskosten höher als beim Eigenbetrieb.
- Gemeinwohlorientierung muss im Gesellschaftsvertrag klar festgelegt werden, sonst Gefahr der reinen Gewinnorientierung.

### **Zusammenfassende Betrachtung**

Für Kölleda ist grundsätzlich festzuhalten, dass mehrere Unternehmensformen für die Umsetzung von Wärmeprojekten in Betracht kommen. Der Eigenbetrieb und das Kommunalunternehmen (AöR) bieten der Stadt eine sehr hohe Steuerungsmöglichkeit, sind jedoch mit einer unbeschränkten Haftung verbunden und schließen die Beteiligung Dritter weitgehend aus. Für größere und kapitalintensive Vorhaben wie Wärmenetze sind diese Formen daher nur eingeschränkt geeignet.

Im Gegensatz dazu ermöglichen die privatrechtlichen Organisationsformen mehr Flexibilität im Marktauftritt und eine klare Haftungsbegrenzung. Die kommunalrechtlichen Vorgaben der Thüringer Kommunalordnung (ThürKO), insbesondere hinsichtlich Einflussnahme und Kapitalausstattung, können hier durch entsprechende Gestaltung des Gesellschaftsvertrages erfüllt werden.

In der folgenden Tabelle 32 sind verschiedene Rechtsformen zusammengefasst, die für die Umsetzung von Wärmeprojekten in Kölleda in Betracht kommen. Sie zeigt die wichtigsten Merkmale der jeweiligen Rechtsformen, wie ihre rechtliche Stellung, Steuerpflicht, Möglichkeiten der Bürger- und Drittenbeteiligung, die Kontrolle durch die Kommune, die Haftungsbedingungen und ihre Eignung aus Sicht der Bürger. Diese Übersicht dient als Entscheidungshilfe für die Wahl der geeigneten Rechtsform für die kommunalen Wärmeinitiativen.

Tabelle 32 Übersicht der Rechtsformen für kommunale Wärmeprojekte in Kölleda

| Rechtsform                            | Juristische Person | Steuerpflicht | Bürgerbeteiligung    | Beteiligung Dritter         | Kontrolle Kommune  | Haftung      | Eignung aus Sicht der Bürger                      |
|---------------------------------------|--------------------|---------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|--------------|---------------------------------------------------|
| Eigenbetrieb                          | Nein               | Ja*           | Nein                 | Nein                        | Sehr hoch          | Unbeschränkt | Nur bedingt geeignet                              |
| Anstalt des öffentlichen Rechts (AöR) | Ja                 | Ja*           | Eingeschränkt        | Nein                        | Sehr hoch          | Unbeschränkt | Nur bedingt geeignet                              |
| GmbH                                  | Ja                 | Ja            | Möglich über Anteile | Ja                          | Hoch               | Beschränkt   | Gut geeignet                                      |
| GmbH & Co. KG                         | Ja                 | Ja            | Möglich              | Ja                          | Hoch               | Beschränkt   | Gut geeignet, aber komplex                        |
| Genossenschaft (eG)                   | Ja                 | Ja            | Hoch                 | Möglich, aber eingeschränkt | Niedrig bis mittel | Beschränkt   | Besonders geeignet für Bürgerwärme                |
| Unternehmergeellschaft (UG)           | Ja                 | Ja            | Nein                 | Ja                          | Hoch               | Beschränkt   | Übergangsform, für kommunale Projekte unattraktiv |

\*Außerhalb hoheitlicher Aufgaben, wenn Betrieb gewerblicher Art vorliegt

## Formen der Bürgerbeteiligung

Zuvor wurden vor allem Modelle betrachtet, die das unmittelbare Handeln oder die Beteiligung der kommunalen Ebene ermöglichen. Im Folgenden liegt der Schwerpunkt auf den verschiedenen Möglichkeiten der Bürgerbeteiligung an Energieprojekten. Für Kölleda ist dieser Aspekt besonders relevant, da sowohl Akzeptanz in der Bevölkerung geschaffen als auch zusätzliches Kapital mobilisiert wird. Die Ausführungen basieren unter anderem auf Ergebnissen einer durch EU-Mittel finanzierten Studie im Rahmen des Projekts Bürgergeld/Bürger-PPP.<sup>4</sup>

Nicht jede Form der Bürgerbeteiligung eignet sich in gleicher Weise für jedes Vorhaben. Vor Beginn eines Beteiligungsprozesses wird festgelegt, in welcher Form die Beteiligung erfolgt. Eine Beteiligung kann ausschließlich auf der Entscheidungsebene stattfinden, indem Mitspracherechte eingeräumt werden. Sie kann auch auf der Leistungsebene erfolgen, indem Bürger Kapital einbringen, am Risiko beteiligt sind oder an Gewinnen partizipieren.

### Gesellschaftsrechtliche Formen

#### **Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH)**

Die Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH) ist eine Kapitalgesellschaft und juristische Person des deutschen Rechts. Im Unterschied zu Personengesellschaften ist die Haftungsbegrenzung bereits im Namen verankert.

Zur Gründung einer GmbH ist mindestens eine Person erforderlich. Die Beteiligung weiterer Personen ist möglich, sodass sich sowohl natürliche als auch juristische Personen sowie rechtsfähige Gesellschaften beteiligen können. Erforderlich sind ein Gesellschaftsvertrag und die Eintragung in das Handelsregister. Der Gesellschaftsvertrag regelt die Rechte und Pflichten der Gesellschafter, die Geschäftsführung und gegebenenfalls die Einrichtung eines Aufsichtsrats.

Die Geschäftsführung vertritt die GmbH nach außen und handelt auf Grundlage der Gesellschafterversammlung. Für Beteiligungsmodelle ist insbesondere die gemischte Gesamtvertretung von Interesse, bei der Entscheidungen gemeinschaftlich getroffen oder durch einen Geschäftsführer in Verbindung mit einem Prokurranten ausgeführt werden. Dies erhöht die Kontrolle, kann jedoch Entscheidungsprozesse verlängern.

Die GmbH haftet ausschließlich mit ihrem Gesellschaftsvermögen, wodurch das Privatvermögen der Gesellschafter geschützt bleibt. Dieser Vorteil geht mit einem höheren Verwaltungsaufwand einher, insbesondere bei Buchführung, Bilanzierung und Publizitätspflichten. Für kleinere Vorhaben wie einzelne PV-Anlagen wird die GmbH meist nicht benötigt. Für komplexe Projekte wie Wärmenetze, Biomasse- oder Biogasanlagen stellt sie jedoch aufgrund der klaren Haftungsbegrenzung eine besonders geeignete Rechtsform dar.

Die Unternehmergegesellschaft (haftungsbeschränkt) ist eine Sonderform der GmbH mit reduziertem Startkapital. In der Praxis ist sie für kommunale Projekte von geringerer Bedeutung, da sie zwar rechtlich dieselben Grundlagen wie eine GmbH hat, jedoch über geringere Kapitalbasis und eingeschränkte Flexibilität verfügt.

---

<sup>4</sup> Dürr: Bürgerfinanzierungsmodelle für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz

Tabelle 33 Steckbrief: GmbH

| Gründungsaufwand                                                                                                                                                | Verwaltungsaufwand                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Höherer Aufwand: Eintragung in das Handelsregister notwendig; notariell beglaubigte Gesellschaftsverträge; Gründung unter Umständen mit Musterformular möglich. | Höherer Aufwand: Jahresabschlüsse müssen erstellt werden; genau definierte Prüfungs- und Publizitätsvorschriften. |
| Ein- und Austritt                                                                                                                                               | Gesellschafterhaftung                                                                                             |
| Mittlerer Aufwand: Geschäftsanteile können verkauft oder vererbt werden; Rückzahlungen der Einlagen sind im Gesellschaftsvertrag gesondert auszuführen.         | Gut: Beschränkt auf die jeweiligen Kapitaleinlagen; keine Haftung mit Privatvermögen.                             |
| Mitspracherechte                                                                                                                                                | Mindestkapital                                                                                                    |
| Sehr gut: Weitreichende Gestaltungsspielräume in der Mitsprache (z. B. durch Vertretungsrechte, Gesellschafterversammlung, ggf. Aufsichtsrat).                  | Bei GmbH: 25.000 Euro<br>Bei UG: 1 Euro                                                                           |

### Kommanditgesellschaft (KG)

Die Kommanditgesellschaft (KG) ist eine Personengesellschaft, bei der mindestens ein Gesellschafter als Komplementär mit seinem gesamten Vermögen haftet und mindestens ein weiterer Gesellschafter als Kommanditist nur mit seiner Einlage haftet.

In der Praxis spielt die reine KG bei Bürgerbeteiligungsprojekten nur eine untergeordnete Rolle. Relevanz erhält sie vor allem in Kombination mit einer GmbH als haftungsbeschränktem Komplementär.

Tabelle 34 Steckbrief: KG

| Gründungsaufwand                                                                                                                                                                                                                                        | Verwaltungsaufwand                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mittlerer Aufwand: Gesellschaftsvertrag; Eintragungen ins Register erforderlich.                                                                                                                                                                        | Mittlerer Aufwand: Buchführung; abhängig von der Anzahl der beteiligten Gesellschafter ist auch höherer Aufwand möglich |
| Ein- und Austritt                                                                                                                                                                                                                                       | Gesellschafterhaftung                                                                                                   |
| Mittlerer Aufwand: Auflösung der Gesellschaft sowie Ein- bzw. Austritt von Gesellschaftern kann im Gesellschaftsvertrag geregelt werden.                                                                                                                | Mindestens ein Gesellschafter ist Vollhafter.                                                                           |
| Mitspracherechte                                                                                                                                                                                                                                        | Mindestkapital                                                                                                          |
| Problematisch: Die Kommanditisten sind gesellschaftsrechtlich von der Führung der Geschäfte ausgeschlossen und zur Vertretung der Gesellschaft nicht ermächtigt. Es ist jedoch denkbar, durch vertragliche Regelungen entsprechende Rechte einzuräumen. | Keine Mindesteinlage notwendig.                                                                                         |

### **Kombination von GmbH und KG (GmbH & Co. KG)**

Die GmbH & Co. KG ist eine in Bürgerenergieprojekten weit verbreitete Rechtsform. Die GmbH übernimmt die Rolle des haftenden Komplementärs, während Bürger als Kommanditisten Kapital einbringen. Auf diese Weise lässt sich einerseits eine klare Haftungsbegrenzung sicherstellen und andererseits eine breite Kapitalbasis durch viele Gesellschafter aufbauen.

Die Geschäftsführung verbleibt bei der GmbH, während die Bürger über ihre Kommanditanteile beteiligt sind. Sie profitieren über Gewinnausschüttungen, ohne persönlich mit ihrem Vermögen zu haften. Dieses Modell eignet sich besonders für größere Projekte mit hohem Finanzierungsbedarf, wie sie im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung in Kölleda denkbar sind.

Die Gründung und Verwaltung der GmbH & Co. KG ist aufwändiger als bei einer reinen GmbH oder KG, da für beide Gesellschaften Verträge erstellt und Registereintragungen vorgenommen werden müssen. Dennoch gilt die GmbH & Co. KG als erprobte Form, um Kapital von Bürgern systematisch einzubinden und gleichzeitig die Kommune über die GmbH in einer steuernden Rolle zu halten.

Die Variante der UG & Co. KG wird rechtlich ebenfalls ermöglicht, hat sich im Bereich erneuerbarer Energien jedoch bislang kaum etabliert und spielt in der Praxis für Kölleda keine Rolle.

*Tabelle 35 Steckbrief: GmbH & Co. KG*

| Gründungsaufwand                                                                                                                                                                                                                          | Verwaltungsaufwand                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hoher Aufwand: mindestens zwei Gesellschafter; Gesellschaftsverträge jeweils für GmbH und GmbH & Co. KG; GmbH muss notariell beurkundet werden; Eintragung ins Handelsregister für GmbH sowie GmbH & Co. KG                               | Hoher Aufwand: Pflicht zur Erstellung von Jahresabschlüssen für GmbH sowie GmbH & Co. KG; detaillierte Prüfungs- und Publizitätsvorschriften |
| Ein- und Austritt                                                                                                                                                                                                                         | Gesellschafterhaftung                                                                                                                        |
| Bei GmbH: wie bei GmbH beschrieben; eher schwierig<br>Bei Kommanditisten: mittel, da Kündigung oder Übertragung möglich ist; Rückzahlungen können im Gesellschaftsvertrag geregelt werden; jedoch Änderungen im Handelsregister notwendig | Sehr gut: beschränkt auf die jeweiligen Gesellschafteranteile                                                                                |
| Mitspracherechte                                                                                                                                                                                                                          | Mindestkapital                                                                                                                               |
| GmbH-Gesellschafter: sehr gut (vgl. oben)<br>Kommanditisten: nur geringe bis keine Mitspracherechte                                                                                                                                       | Stammkapital für GmbH (25.000 Euro) notwendig; alternativ: Stammkapital UG mindestens 1 Euro; kein Stammkapital für Kommanditisten           |

### **Eingetragene Genossenschaft (eG)**

Die eingetragene Genossenschaft (eG) gilt als die demokratischste Rechtsform für Bürgerbeteiligung. Jedes Mitglied verfügt unabhängig von der Höhe seiner Einlage über genau eine Stimme. Damit eignet sich die

Genossenschaft insbesondere dann, wenn breite Akzeptanz und Mitgestaltung in der Bevölkerung im Vordergrund stehen.

Die Haftung der Mitglieder ist auf die Genossenschaftsanteile beschränkt. Der Ein- und Austritt erfolgt vergleichsweise unkompliziert, da die Satzung flexible Regelungen zulässt. Die Gründung setzt mindestens drei Mitglieder voraus und wird vom zuständigen Genossenschaftsverband begleitet und geprüft. Der Verband übernimmt zugleich Beratungs- und Kontrollaufgaben, was die Insolvenzsicherheit von Genossenschaften erhöht, aber mit einem höheren administrativen Aufwand verbunden ist.

Die Mitglieder erhalten Einblick in die Geschäftstätigkeit und entscheiden in der Generalversammlung über wesentliche Fragen wie Jahresabschlüsse, Vorstände und Aufsichtsräte. Wirtschaftlicher Nutzen entsteht für die Mitglieder in Form von Dividenden auf die gezeichneten Anteile. Für Kölleda ist die Genossenschaft besonders interessant, wenn Bürger nicht nur Kapitalgeber, sondern aktive Mitgestalter einer gemeinwohlorientierten Energieversorgung sein sollen.

Tabelle 36 Steckbrief: eG

| Gründungsaufwand                                                                                                                                                       | Verwaltungsaufwand                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hoher Aufwand: mindestens drei Mitglieder; Prüfung von Businessplan und Satzung durch Genossenschaftsverband; Eintragung in das Genossenschaftsregister.               | Hoch: Prüfung durch Genossenschaftsverband; Pflicht zur Erstellung von Jahresabschlüssen; detaillierte und gesetzlich geregelte Prüfungs- und Publizitätspflichten |
| Ein- und Austritt                                                                                                                                                      | Gesellschafterhaftung                                                                                                                                              |
| Einfach: Austritt ohne Zustimmung möglich; Eintritt von Mitgliedern nur mit Zustimmung der Genossenschaft möglich; Anspruch auf Rückzahlung der Genossenschaftsanteile | Sehr gut: Beschränkung der Haftung der Mitglieder auf Genossenschaftsanteile je nach Satzung möglich                                                               |
| Mitspracherechte                                                                                                                                                       | Mindestkapital                                                                                                                                                     |
| Mittel: Mitglieder wählen Vorstand und Aufsichtsrat; Antrags-, Rede-, Stimm- und Auskunftsrechte der Mitglieder in der Genossenschaftsversammlung                      | Gut: kein festes Stammkapital notwendig                                                                                                                            |

### Beteiligung der Bürger an kommunalen Unternehmen

Im Anschluss an die zuvor dargestellten kommunalen Organisationsformen stellt sich die Frage, wie die **Bürgerinnen und Bürger in Kölleda** an Projekten zur Energieversorgung beteiligt werden können. Neben rein kommunalen Umsetzungsmodellen existieren verschiedene Möglichkeiten, die lokale Bevölkerung unmittelbar einzubinden und so Akzeptanz, Kapital und Mitgestaltung sicherzustellen.

#### Beispiel 1: Stadtwerke, Kommune und GmbH & Co. KG

Ein bewährtes Modell ist die Gründung einer Projektgesellschaft in der Rechtsform einer **GmbH & Co. KG**, die sowohl kommunale als auch bürgerliche Beteiligung ermöglicht. In diesem Modell übernimmt die Kommune bzw.

ein kommunales Stadtwerk die Rolle des haftenden Komplementärs, während die Bürger über ihre Kapitaleinlagen als Kommanditisten eingebunden werden.

Die Bürger beteiligen sich durch Kommanditanteile, erhalten regelmäßig Informationen über die Geschäftsentwicklung und profitieren durch Gewinnausschüttungen. Für die Kommune ergibt sich der Vorteil, dass ein erprobtes Rechtsmodell genutzt wird, das Haftungsfragen eindeutig regelt und zugleich den Zugang zu breitem Bürgerkapital eröffnet.

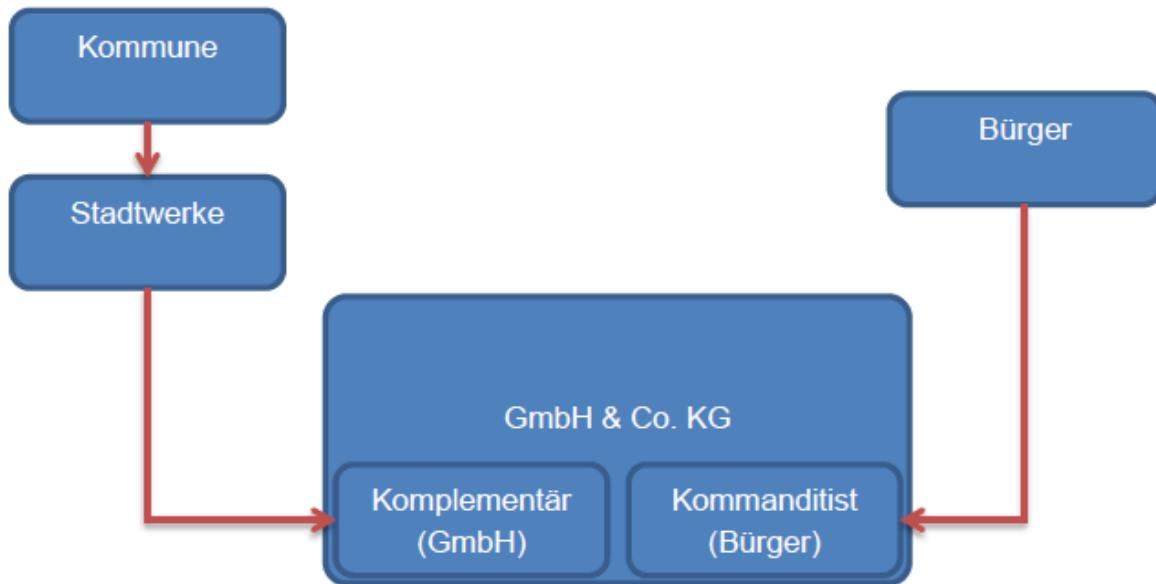


Abbildung 71 Beteiligung über Eigenbetriebe der Kommune als GmbH & Co. KG

### Beispiel 2: Stadtwerke, Kommune und Genossenschaft

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Gründung einer **eingetragenen Genossenschaft (eG)**, die Anteile an einem kommunalen Stadtwerk erwirbt oder eigene Projekte realisiert. Bürger bringen Einlagen in die Genossenschaft ein und erhalten dafür Mitgliedschaftsrechte, die nicht von der Höhe der Einlage, sondern nach dem Grundsatz „eine Stimme pro Mitglied“ ausgeübt werden.

Dieses Modell führt zu einer stärkeren Identifikation der Bürger mit dem lokalen Energieversorger und kann Impulse für zusätzliche Geschäftsmodelle und Innovationsideen geben. Für Kölleda wäre dieses Modell insbesondere dann geeignet, wenn die breite Beteiligung der Bevölkerung und eine demokratische Entscheidungsstruktur im Vordergrund stehen.

### Schuldrechtliche Beteiligung

Neben gesellschaftsrechtlichen Lösungen gibt es für Kölleda auch Möglichkeiten der **schuldrechtlichen Bürgerbeteiligung**. Dazu zählen nachrangige Darlehen, Genussrechte oder stille Beteiligungen.

- **Nachrangige Darlehen:** Bürger stellen der Projektgesellschaft Kapital zur Verfügung, das über eine vereinbarte Laufzeit verzinst und zurückgezahlt wird. Im Insolvenzfall erfolgt die Rückzahlung nachrangig zu anderen Gläubigern.
- **Genusscheine:** Sie ähneln wirtschaftlich dem Eigenkapital, da die Verzinsung gewinnabhängig ist, beinhalten jedoch keine Mitspracherechte.

- **Stille Beteiligungen:** Bürger beteiligen sich mit Kapital, sind aber nicht in die Geschäftsführung eingebunden. Sie erhalten eine vertraglich vereinbarte Gewinnbeteiligung, teilweise auch eine Verlustbeteiligung.

Diese Formen sind vor allem als Ergänzung zu gesellschaftsrechtlichen Beteiligungen geeignet und können genutzt werden, um zusätzliches Kapital von Bürgern einzuwerben.

### Beteiligung durch Sparbriefe

Eine schwächere, aber ebenfalls mögliche Form der Bürgerbeteiligung stellt die Anlage über **Sparbriefe** dar. Regionale Banken oder Sparkassen bieten hierbei spezielle Produkte an, deren Mittel gezielt in erneuerbare Energieprojekte der Region fließen. Bürger profitieren von einer festen Verzinsung und sicherer Rückzahlung, ohne jedoch Mitspracherechte zu erhalten. Für Kölleda könnte dieses Modell in Kooperation mit örtlichen Banken genutzt werden, um breitere Bevölkerungsschichten indirekt einzubinden.

### Umsetzungsmanagement

Für die Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung in Kölleda ist die Einrichtung eines **Umsetzungsmanagements** sinnvoll. Damit werden personelle Ressourcen geschaffen, die die Initiierung und Steuerung der Maßnahmenumsetzung übernehmen und die Stadtverwaltung auch in weitergehenden Fragen der Energiepolitik fachlich unterstützen.

Das Land Thüringen fördert im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung die Einrichtung einer Personalstelle, die die planungsverantwortliche Kommune bei der Entwicklung und Umsetzung der Wärmeplanung begleitet. Diese Stelle übernimmt Koordinierungsaufgaben, fungiert als Schnittstelle zwischen Politik, Verwaltung und lokalen Akteuren und sorgt für die kontinuierliche Fortschreibung und Steuerung der Maßnahmenumsetzung. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor ist die enge **Vernetzung mit relevanten lokalen Akteuren**, insbesondere mit Stadtwerken, Netzbetreibern, Unternehmen, Wohnungswirtschaft, Vereinen und Bürgerinitiativen. So wird gewährleistet, dass die Maßnahmen breit getragen und in enger Abstimmung umgesetzt werden.

Unterstützt werden sollte das Umsetzungsmanagement durch eine **Steuerungsgruppe „AG Energie“**, bestehend aus Vertretern der Verwaltung (inklusive Klimaschutzmanagement) sowie weiteren relevanten Akteuren aus Wirtschaft, Gesellschaft und Politik.

Dem Umsetzungsmanagement in Kölleda kommen insbesondere folgende Aufgaben zu:

- Initiierung und Koordination von Maßnahmen im Bereich Wärmeversorgung und Klimaschutz,
- Ausarbeitung und Begleitung von Projekten in enger Abstimmung mit lokalen Akteuren,
- zentrale Anlaufstelle für Fragen zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung,
- Projektmanagement, Koordination und Überwachung einzelner Maßnahmen,
- fachliche Unterstützung bei Planung und Umsetzung,
- Organisation und Durchführung von Informationsveranstaltungen,
- systematische Erfassung und Auswertung von Daten (Monitoring, Controlling),
- methodische Beratung bei der Entwicklung von Qualitätszielen und Effizienzstandards,
- Aufbau von Netzwerken und Initiierung regelmäßiger Austauschformate,

- Unterstützung der Öffentlichkeitsarbeit und Sicherstellung einer transparenten Kommunikation.

## Weitere Umsetzungsstrukturen

Ein zentraler Baustein für die langfristige Verfestigung der kommunalen Energiewende in Kölleda ist die **Bündelung der Aktivitäten** in einer kommunalen Organisation. Diese kann in Form einer kommunalen Gesellschaft (z. B. GmbH oder GmbH & Co. KG) oder einer Holdingstruktur erfolgen. Dadurch wird die Gründung von Projektgesellschaften für einzelne Vorhaben erleichtert und die Möglichkeit geschaffen, Kooperationen mit externen Partnern einzugehen.

Ein kommunales Unternehmen würde als Instrument zur Umsetzung energiepolitischer Vorhaben dienen und die Handlungsfähigkeit der Stadt Kölleda bei der Umsetzung von Projekten sichern. Projekte aus der kommunalen Wärmeplanung, aber auch Vorhaben im Bereich der erneuerbaren Stromerzeugung könnten so gemeinsam gesteuert und realisiert werden.

Das Umsetzungsmanagement wird als integraler Bestandteil dieser Struktur verstanden und arbeitet eng mit dem bereits etablierten **Klimaschutzmanagement** zusammen. Beide Funktionen sind über Schnittstellen miteinander verbunden, insbesondere in den Bereichen Projektkoordination, Öffentlichkeitsarbeit und Netzwerkarbeit.

Darüber hinaus sollten weitere Verwaltungsbereiche (z. B. Hauptamt, Bauamt) sowie externe Partner systematisch eingebunden werden. Zur Koordination empfiehlt sich die Einrichtung einer **Arbeitsgruppe Energie**, die regelmäßig tagt und als Plattform für Abstimmungen dient.

Weitere wichtige Bausteine für die Verfestigung der energiepolitischen Aktivitäten in Kölleda sind:

- **Beratungsinstitutionen** wie die *Energieagentur des Landes Thüringen* oder weitere unabhängige Beratungsstellen, die bei Öffentlichkeitsarbeit, Förderprogrammen und Fachfragen unterstützen,
- **Netzbetreiber**, die für die Genehmigung und Umsetzung zahlreicher Projekte unverzichtbar sind und mit denen ein regelmäßiges Austauschformat etabliert werden sollte,
- **Gewerbetreibende und Industrie** in der Region, die sowohl als Energieverbraucher als auch als potenzielle Erzeuger auftreten können. Ihre Vernetzung ermöglicht Synergien, etwa durch Direktlieferverträge, und schafft Anknüpfungspunkte für kommunale Projekte. Ein „Unternehmensstammtisch Energie“ könnte als Format dienen, um Austausch und Kooperationen zu fördern,
- **Wohnungswirtschaft**, die in den identifizierten Wärmeversorgungsgebieten eine zentrale Rolle spielt, da viele Maßnahmen direkt auf ihre Bestände wirken,
- **regionale Finanzinstitute**, die durch maßgeschneiderte Finanzierungsinstrumente (z. B. Bürger-Sparbriefe, Darlehen) eingebunden werden können.

Die langfristige Verfestigung der kommunalen Energiepolitik in Kölleda erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Verwaltung, Unternehmen, Bürgerschaft und Fachinstitutionen. Entscheidend ist dabei der Aufbau belastbarer Netzwerke und die Schaffung transparenter Strukturen, die die Umsetzung der Wärmeplanung dauerhaft sichern.

## 6.3. Controllingkonzept

Um den tatsächlichen Umsetzungsgrad und die Wirksamkeit der einzelnen Maßnahmen zu überprüfen, wäre ein kontinuierliches Controlling und Monitoring zweckmäßig. Dadurch könnten die Entwicklungen der Umsetzungsphase systematisch erfasst, evaluiert und begleitet werden. Ziel wäre es, Maßnahmen für die Gemeinde Kölleda bei Bedarf anzupassen und weiterzuentwickeln, um Fehlentwicklungen zu vermeiden und positive Tendenzen zu stärken. Das Controlling würde sicherstellen, dass die Maßnahmen für die Gemeinde Kölleda innerhalb eines definierten Zeitrahmens und mit den angestrebten Ergebnissen umgesetzt werden.

Das Controlling würde sowohl die Überprüfung des Umsetzungsfortschritts als auch eine fortlaufende Anpassung an neue regulatorische, technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen umfassen. Diese könnten sich insbesondere durch gesetzliche Änderungen auf Landes- oder Bundesebene ergeben. In diesem Zusammenhang würde regelmäßig geprüft, ob übergeordnete Zielsetzungen angepasst werden müssten, um mit veränderten Rahmenbedingungen Schritt zu halten.

Im Fokus des Controllings ständen sowohl die strategische Ebene der Gesamtzielsetzung als auch die erfolgreiche Umsetzung einzelner Maßnahmen für die Gemeinde Kölleda. Dabei würden sowohl Top-down- als auch Bottom-up-Ansätze berücksichtigt. In der wirtschaftswissenschaftlichen Terminologie entspräche der Top-down-Ansatz dem strategischen Controlling, der Bottom-up-Ansatz dem operativen Controlling.

### Monitoring

Die Top-down-Vorgehensweise würde die Gesamtentwicklung im Untersuchungsgebiet betrachten und die Auswirkungen bereits umgesetzter Maßnahmen bewerten. Dabei würden Änderungen der Rahmenbedingungen, etwa neue Förderprogramme oder gesetzliche Vorgaben, einbezogen. Ein kontinuierliches Monitoring wäre erforderlich, um alle laufenden und abgeschlossenen Maßnahmen für die Gemeinde Kölleda zu erfassen und mögliche Hemmnisse frühzeitig zu identifizieren. Die Zusammenarbeit der beteiligten Akteure sowie die Wirksamkeit bestehender Strukturen würden regelmäßig bewertet. Zudem würden Entwicklungen gesetzlicher oder politischer Rahmenbedingungen fortlaufend berücksichtigt.

Das Monitoring könnte in einem kompakten Bericht zusammengefasst werden, der regelmäßig aktualisiert würde. Als mögliches Format böte sich ein Geschäftsbericht an, der eine strukturierte Übersicht über alle Maßnahmen und deren Status liefern könnte. Dies würde eine effiziente Fortführung sowie eine zielgerichtete Anpassung der Maßnahmen unterstützen.

Die gesetzlich vorgesehene **Fortschreibung der kommunalen Wärmeplanung** in der Gemeinde Kölleda könnte eine geeignete Grundlage für die regelmäßige Aktualisierung der Datengrundlagen sowie für die Anpassung der Zielsetzungen bilden. Aufgrund der dynamischen Entwicklung im Bereich der Wärmeversorgung und der Umstellung auf erneuerbare Energien müssten entsprechende Entwicklungen im Monitoringprozess mitbetrachtet werden.

Die Datenbasis, auf der die Wärmeplanung aufbauen würde, sei zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Zwischenstands voraussichtlich noch nicht vollständig und müsste durch aktuelle Daten und geeignete Modelle ergänzt werden. Insbesondere die Erhebung und Aktualisierung von Informationen zu bestehenden und geplanten Wärmenetzen sowie zu Heizungsanlagen würde weiter zu präzisieren sein, um die Planung und spätere Umsetzung belastbarer auszustalten.

### **Maßnahmencontrolling**

Das kontinuierliche Maßnahmencontrolling würde den Fortschritt und die Wirksamkeit jeder einzelnen Maßnahme erfassen und bewerten. Für die Beurteilung würden spezifische Kriterien und Indikatoren festgelegt, die sowohl harte als auch weiche Maßnahmen für die Gemeinde Kölleda abbilden würden. Harte Maßnahmen, wie beispielsweise der Ausbau von Wärmenetzen oder die Sanierung von Gebäuden, könnten über Kennzahlen wie eingesparte Energie, vermiedene Emissionen oder die Anzahl saniertener Gebäude bewertet werden. Weiche Maßnahmen, wie Informations- und Sensibilisierungsformate, könnten anhand von Indikatoren wie Teilnehmerzahlen, Reichweiten oder der Anzahl durchgeföhrter Veranstaltungen nachvollzogen werden.

Bei langfristigen und komplexen Maßnahmen, etwa der (möglichen) Gründung einer lokalen Energiegesellschaft oder der Entwicklung neuer Trägerstrukturen, wäre eine regelmäßige Zwischenbewertung sinnvoll, um den Projektfortschritt zu überwachen und bei Bedarf Anpassungen im Umsetzungsprozess vorzunehmen.

Die definierten Indikatoren für das Maßnahmencontrolling sowie die zugehörigen Datenquellen würden in einer späteren Phase der kommunalen Wärmeplanung zusammenfassend tabellarisch dargestellt, um die Effektivität und Effizienz der umgesetzten Maßnahmen für die Gemeinde Kölleda transparent und nachvollziehbar zu dokumentieren.

# Anhang

## Literaturverzeichnis

Thüringer Landesamt für Statistik (TLS) 2024: Statistische Daten, Gemeinde Kölleda, Stadt. Verfügbar:  
<https://statistik.thueringen.de/datenbank/oertlich1.asp?auswahl=gem&nr=68034> (Zugriff: 22.05.2024).

Plattform für Abwärme der BfEE, Abwärmepotential,  
[https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform\\_fuer\\_Abwaerme/plattform\\_fuer\\_abwaerme\\_node.html](https://www.bfee-online.de/BfEE/DE/Effizienzpolitik/Plattform_fuer_Abwaerme/plattform_fuer_abwaerme_node.html) (Zugriff: 25.07.2025)

## Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 1: Übersicht der erhobenen Daten durch Anlage 1 zu §15 WPG .....                                           | 12  |
| Tabelle 2: Gebäudeanzahl nach Baualtersklassen und Fläche im Projektgebiet .....                                   | 25  |
| Tabelle 3 Eignung von Flächen für die Errichtung von Wärmenetzen basierend auf der Wärmedichte .....               | 39  |
| Tabelle 4 Eignung von Flächen für die Errichtung von Wärmenetzen basierend auf der Wärmeliniendichte .....         | 41  |
| Tabelle 5: Sektorale Aufteilung der Endenergie .....                                                               | 44  |
| Tabelle 6: Emissionsfaktoren Anlage 9 (zu § 85 Absatz 6 WPG) .....                                                 | 45  |
| Tabelle 7: Einschränkungen für Wärmeversorgungstechnologien .....                                                  | 54  |
| Tabelle 8: Flächen der Gebietsarten .....                                                                          | 55  |
| Tabelle 9: Spezifische Wärmeentzugsleistungen für unterschiedliche Untergründe (VDI 4640) .....                    | 61  |
| Tabelle 10: Vergleich verschiedener Szenarien für geothermische Erdwärmesonden .....                               | 63  |
| Tabelle 11: Bohrparameter und Wärmeleistung .....                                                                  | 67  |
| Tabelle 12: Leistungs- und Energiekennwerte für unterschiedliche Bohrdurchmesser .....                             | 68  |
| Tabelle 13: Erfasste Abwärmeströme am Standort .....                                                               | 68  |
| Tabelle 14 Abstandsregelungen Wärmepumpennutzung nach Gebieten .....                                               | 71  |
| Tabelle 15 Produktionspotenzial von Dach-PV - Kölleda .....                                                        | 75  |
| Tabelle 16 PV-Produktionspotenzial nach Gemeinde .....                                                             | 76  |
| Tabelle 17 Übersicht der Kriterien zur Flächenkulisse für PV-Anlagen auf Freiflächen .....                         | 79  |
| Tabelle 18: PV-Flächenpotenziale nach Gemeinde in Quadratmeter .....                                               | 81  |
| Tabelle 19: Flächenverteilung nach Energiepflanzen .....                                                           | 85  |
| Tabelle 20: Wärmeertrag Energiepflanzen (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, kein Datum) .....                    | 86  |
| Tabelle 21: Bestand nach Baumarten .....                                                                           | 88  |
| Tabelle 22: Wärmeertrag Waldholz (Heino Föh Kaminöfen und Metallbau, kein Datum) .....                             | 88  |
| Tabelle 23: Brennwert nach Baumart für Kurzumtriebsplantagen (Heino Föh Kaminöfen und Metallbau, kein Datum) ..... | 90  |
| Tabelle 24: Viehbestand Thüringen und Kölleda .....                                                                | 91  |
| Tabelle 25: Wärmeertrag Tierische Exkreme (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe, kein Datum) .....                  | 92  |
| Tabelle 26: Abfallmenge Landkreis Sömmerda und Kölleda .....                                                       | 92  |
| Tabelle 27: Wärmeertrag Biogene Abfälle .....                                                                      | 93  |
| Tabelle 28: Wärmeertrag aller Biomasseträger .....                                                                 | 93  |
| Tabelle 29: Maßnahmenkriterium „Beginn der Maßnahme“ .....                                                         | 108 |
| Tabelle 30: Maßnahmenkriterium „Priorität“ .....                                                                   | 109 |
| Tabelle 31: Maßnahmenkriterium „Kostenabschätzung“ .....                                                           | 109 |
| Tabelle 32 Übersicht der Rechtsformen für kommunale Wärmeprojekte in Kölleda .....                                 | 117 |
| Tabelle 33 Steckbrief: GmbH .....                                                                                  | 119 |
| Tabelle 34 Steckbrief: KG .....                                                                                    | 119 |
| Tabelle 35 Steckbrief: GmbH & Co. KG .....                                                                         | 120 |
| Tabelle 36 Steckbrief: eG .....                                                                                    | 121 |

# Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Bevölkerungsentwicklung Stadt Kölleda von 1994 bis 2023 (Quelle: TLS 2024, Grafik: DSK).....                                               | 15 |
| Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung im Vergleich zum Landkreis und Freistaat zwischen 2000 und 2023 (Quelle: TLS 2024, Grafik: DSK).....               | 16 |
| Abbildung 3: Prognose Bevölkerungsentwicklung der Stadt Kölleda in absoluten Zahlen, (Quelle: Stadt Kölleda, Wohnungsbedarfsanalyse, Grafik: DSK) ..... | 17 |
| Abbildung 4: Verwaltungsgebiet Kölleda mit Ortsteilen und Gebäuden Quelle: DSK, 2025 .....                                                              | 17 |
| Abbildung 5: Entwicklung der Gewerbesteuereinnahmen (Quelle: Stadt Kölleda, Grafik: DSK) .....                                                          | 19 |
| Abbildung 6: Gebäudebestand der Stadt Kölleda, Quelle: DSK, 2025 .....                                                                                  | 20 |
| Abbildung 7: Denkmalgeschützte Gebäude Quelle: DSK, 2025 .....                                                                                          | 21 |
| Abbildung 8: Leerstand Quelle: DSK, 2025.....                                                                                                           | 21 |
| Abbildung 9: Vorwiegender Gebäudetyp in einer baublockbezogenen Darstellung Quelle: DSK, 2025 .....                                                     | 22 |
| Abbildung 10: Gebäudeanzahl nach Typologie und Fläche im Projektgebiet Quelle: DSK, 2025 .....                                                          | 23 |
| Abbildung 11: Vorwiegende Gebäudefunktion in einer baublockbezogenen Darstellung Quelle: DSK, 2025 .....                                                | 23 |
| Abbildung 12: Gebäudeanzahl nach Funktion und Fläche im Projektgebiet Quelle: DSK, 2025 .....                                                           | 24 |
| Abbildung 13: Überwiegende, baublockbezogene Darstellung der Baualtersklassen im Untersuchungsgebiet Quelle: DSK, 2025 .....                            | 24 |
| Abbildung 14 Verteilung der Gebäudeanzahl und -fläche nach Baujahren.....                                                                               | 25 |
| Abbildung 15: Baublockbezogene Darstellung des Erdgasnetzes Quelle: DSK, 2025.....                                                                      | 26 |
| Abbildung 16: Anteil zentraler und dezentraler Wärmeversorgung – Erdgas und Flüssiggas Quelle: DSK, 2025 .....                                          | 27 |
| Abbildung 17: Bestehende, geplante und genehmigte Wärmenetze Quelle: DSK, 2025 .....                                                                    | 28 |
| Abbildung 18: Anteil zentraler Wärmeversorgung – Fernwärme Quelle: DSK, 2025 .....                                                                      | 29 |
| Abbildung 19: Ankerkunden in den Ortsteilen Quelle: DSK, 2025 .....                                                                                     | 30 |
| Abbildung 20: Anteil dezentrale Wärmeerzeuger – Heizöl Quelle: DSK, 2025 .....                                                                          | 31 |
| Abbildung 21: Anteil dezentrale Wärmeerzeuger – Kohle Quelle: DSK, 2025 .....                                                                           | 32 |
| Abbildung 22: Anzahl baublockbezogener Versorgung durch den Energieträger Holzbrennstoffe Quelle: DSK, 2025 .....                                       | 33 |
| Abbildung 23: Anteil dezentrale Wärmeerzeuger – Heizstrom Quelle: DSK, 2025 .....                                                                       | 34 |
| Abbildung 24 Gegenüberstellung Stromverbrauch und Einspeisung .....                                                                                     | 35 |
| Abbildung 25: Aufteilung des Stromverbrauchs nach Kundengruppe .....                                                                                    | 35 |
| Abbildung 26: Stromerzeugung durch regenerative Energietechnik (Quelle: TEN, DSK) .....                                                                 | 36 |
| Abbildung 27: Aufteilung der Endenergie nach Energieträgern in Kölleda .....                                                                            | 37 |
| Abbildung 28: Aufteilung der Nutzenergie nach Nutzungszwecken in Kölleda .....                                                                          | 38 |
| Abbildung 29: Wärmeflächendichte [Megawattstunde Pro Jahr und Hektar] Quelle: DSK, 2025 .....                                                           | 38 |
| Abbildung 30 Straßenabschnittsbezogene Wärmeliniendichte mit Wärmebedarfsmengen [kWh/(mTr*a)] Quelle: DSK, 2025 .....                                   | 39 |
| Abbildung 31: Straßenabschnittsbezogene Wärmeliniendichte mit Wärmeverbrauchsmengen [kWh/(mTr*a)] Quelle: DSK, 2025 .....                               | 40 |
| Abbildung 32: Straßenabschnittsbezogene Wärmeliniendichte mit 75 % der Wärmeverbrauchsmengen [kWh/(mTr*a)] Quelle: DSK, 2025 .....                      | 41 |
| Abbildung 33: Anteil der Energieträger am jährlichen Endenergieverbrauch Quelle: DSK, 2025.....                                                         | 42 |
| Abbildung 34: Sektoraler Verbrauch der Energieträger .....                                                                                              | 43 |
| Abbildung 35: Energieträgeranteil am Endenergieverbrauch.....                                                                                           | 43 |

|                                                                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 36: Treibhausgasemissionen nach Energieträgern .....                                                                                                       | 45  |
| Abbildung 37: Treibhausgasemissionen nach Sektoren in Tonnen .....                                                                                                   | 46  |
| Abbildung 38: Sektorale Endenergie-, Primärenergie- und Treibhausgasbilanz.....                                                                                      | 46  |
| Abbildung 39: Einfluss der Energieeinsparung durch Sanierung auf die Nutzenergie .....                                                                               | 48  |
| Abbildung 40: Prognostizierte Einsparung durch Sanierung bis 2030 auf Baublockebene Quelle: DSK, 2025 .....                                                          | 49  |
| Abbildung 41: Prognostizierte Einsparung durch Sanierung bis 2035 auf Baublockebene Quelle: DSK, 2025 .....                                                          | 49  |
| Abbildung 42: Prognostizierte Einsparung durch Sanierung bis 2040 auf Baublockebene Quelle: DSK, 2025 .....                                                          | 50  |
| Abbildung 43: Prognostizierte Einsparung durch Sanierung bis 2045 auf Baublockebene Quelle: DSK, 2025 .....                                                          | 50  |
| Abbildung 44: Energieverbrauch eines durchschnittlichen Haushalts (Umweltbundesamt, 2023).....                                                                       | 51  |
| Abbildung 45: Richtig lüften (Umweltbundesamt, 2023) .....                                                                                                           | 52  |
| Abbildung 46: Ausschlussflächen Kölleda Quelle: DSK, 2025.....                                                                                                       | 54  |
| Abbildung 47: Übersicht geothermischer Nutzungsmöglichkeiten, Quelle:<br><a href="https://www.vgtg.ch/geothermie.html">https://www.vgtg.ch/geothermie.html</a> ..... | 56  |
| Abbildung 48 Bohrpunkte aggregiert (10x10km) .....                                                                                                                   | 59  |
| Abbildung 49: Verteilung der Bohrpunkte Quelle: DSK, 2025.....                                                                                                       | 60  |
| Abbildung 50:Bohrpunkte und Geologie Quelle: DSK, 2025 .....                                                                                                         | 63  |
| Abbildung 51: Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität von Gesteinen und Materialien .....                                                                              | 64  |
| Abbildung 52: Geothermisches Potenzial in 40 m Tiefe Quelle: DSK, 2025.....                                                                                          | 65  |
| Abbildung 53 Funktionsweise einer Wärmepumpe, Quelle: DSK GmbH.....                                                                                                  | 70  |
| Abbildung 54 Wärmepumpenanalyse .....                                                                                                                                | 72  |
| Abbildung 55: Solarerträge für die Potenzialanalyse der Dächer in der 3D-Ansicht.....                                                                                | 74  |
| Abbildung 56 PV-Dachanalyse Verwaltungsgebiet Kölleda Quelle: DSK, 2025.....                                                                                         | 75  |
| Abbildung 57 Produktionspotenzial von Dach-PV Kölleda PV- Dach [MWh/a]–gemarkungsscharf....                                                                          | 77  |
| Abbildung 58: PV-Freiflächenpotenziale im Untersuchungsgebiet Quelle: DSK, 2025 .....                                                                                | 80  |
| Abbildung 59: PV-Freiflächenpotenzial in qm - nach Gemarkungen.....                                                                                                  | 82  |
| Abbildung 60: Landwirtschaftliche Flächen in Kölleda Quelle: DSK, 2025.....                                                                                          | 85  |
| Abbildung 61: Forstwirtschaftliche Flächen in Kölleda Quelle: DSK, 2025 .....                                                                                        | 87  |
| Abbildung 62: Wasserstoff Transformation der Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG .....                                                                              | 95  |
| Abbildung 63: Derzeitige Erdgas Hochdruckleitung und geplante Wasserstoffleitung.....                                                                                | 96  |
| Abbildung 64: Potenziale der H2-Nutzungspfade .....                                                                                                                  | 96  |
| Abbildung 65: Wärmeliniendichten ab 700 kWh pro laufenden Meter und Jahr Quelle: DSK, 2025 ...                                                                       | 99  |
| Abbildung 66: Eignungsprüfung für die dezentrale Versorgung Quelle: DSK, 2025 .....                                                                                  | 100 |
| Abbildung 67: Eignungsprüfung Wärmenetz Quelle: DSK, 2025 .....                                                                                                      | 101 |
| Abbildung 68: Eignungsprüfung Wasserstoff Quelle: DSK, 2025 .....                                                                                                    | 102 |
| Abbildung 69: Prognostizierter Energieträger für die Gemeinde Kölleda Quelle: DSK, 2025 .....                                                                        | 103 |
| Abbildung 70: Eignungsgebiete Untersuchungsgebiet Kölleda Quelle: DSK, 2025 .....                                                                                    | 105 |
| Abbildung 71 Beteiligung über Eigenbetriebe der Kommune als GmbH & Co. KG .....                                                                                      | 122 |