

Kommunale Wärmeplanung

für die

Stadt Sonneberg



Zwischenbericht

Eignungsprüfung

Bestands- und Potenzialanalyse

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kommunale Wärmeplanung

für die Stadt Sonneberg

Auftraggeber

Stadt Sonneberg

Bahnhofplatz 1

96515 Sonneberg

Auftragnehmer

CIMA Beratung + Management GmbH

Luitpoldstraße 2

91301 Forchheim

und

ENMA GmbH Energie & Objekt Management

Robert-Bosch-Straße 2

85117 Eitensheim

Bearbeitungszeitraum

Mai 2025 bis September 2025

Abbildungsverzeichnis.....	1
Tabellenverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	4
1. Einleitung	5
1.1 Hintergrund.....	5
1.2 Gesetzliche Lage	5
1.2.1 Wärmeplanungsgesetz (WPG).....	5
1.2.2 Gebäudeenergiegesetz (GEG).....	6
1.3 Förderungen.....	7
1.4 Aufgabenstellung	7
1.5 Ablauf.....	8
1.6 Vereinfachtes Verfahren.....	9
1.7 Datengrundlage	9
1.8 Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung.....	10
2. Eignungsprüfung	11
2.1 Grundlagen.....	11
2.2 Einteilung der Teilgebiete	12
2.3 Bewertung der Eignung von Teilgebieten	14
2.4 Fazit Eignungsprüfung.....	14
3. Bestandsanalyse	14
3.1 Analyse der Stadt Sonneberg	14
3.1.1 Die Stadt Sonneberg	14
3.1.2 Bevölkerungsdynamik.....	14
3.2 Analyse der Gebäude- und Siedlungsstruktur.....	15

3.2.1 Überwiegende Gebäudetypen	15
3.2.2 Überwiegende Baualtersklasse der Gebäude.....	16
3.2.3 Industriegebiet SON-Süd	18
3.2.4 Analyse der Siedlungstypologien.....	18
3.3 Analyse der Energieinfrastruktur	21
3.3.1 Wärmeerzeuger in Gebäuden.....	21
3.3.2 Bestehende Netze	22
3.3.3 Analyse der Wärme- und Gasspeicher.....	25
3.3.4 Analyse der Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen.....	25
3.3.5 Abwassernetze und -leitungen.....	25
3.3.6 Glasfasernetz und -leitungen	26
3.3.7 Stromnetze der likra.....	28
3.3.8 Strom- und Gasnetz der Ten	28
3.3.9 Solarthermie- und Photovoltaikanlagen	30
3.4 Energiebilanz.....	30
3.4.1 Bedarfswerte Wärme.....	31
3.4.2 Verbrauchswerte Wärme	32
3.4.3 Endenergie Wärme	34
3.5 Kennzahlen zur Energienutzung im Bereich Wärme.....	34
3.5.1 Wärmedichtekarten	34
3.5.2 Wärmelinieindichtekarten.....	35
3.5.3 Identifikation potenzieller Großverbraucher	36
3.6 THG-Emissionen im Bereich Wärme	37
3.7 Fazit Bestandsanalyse.....	37
4. Potenzialanalyse	38
4.1 Energieeinsparung	38
Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden	38

4.2 Flächenscreening	41
4.2.1 Wasserschutzgebiete und Heilquellenschutzgebiete.....	42
4.2.2 Naturschutzgebiete.....	42
4.2.3 Naturdenkmale	44
4.2.4 Überschwemmungsgebiete	44
4.2.5 Biodiversitätspläne und Naturschutzgroßprojekte.....	45
4.2.6 Oberflächengewässer	45
4.2.7 Grundwasser und relevante Areale zur Nutzung.....	45
4.3 Nutzung unvermeidbarer Abwärme.....	46
4.4 Potenziale zur Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien	48
4.4.1 Außenluft.....	48
4.4.2 Biomasse.....	49
4.4.3 Geothermie.....	51
4.4.4 Solarthermie	53
4.4.5 Biogenes Flüssiggas	54
4.4.5 Umweltwärme aus Gewässern und Abwasser.....	55
4.5 Potenziale zur Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien	57
4.5.1 Photovoltaik	57
4.5.2 Windkraft	59
4.5.3 Wasserkraft	59
Anhang.....	1
Quellen	3

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablauf der Wärmeplanung (§ 13).....	8
Abbildung 2: Prozess und Leitfragen der Eignungsprüfung.....	12
Abbildung 3: Teilgebiete Ortsteile Sonneberg.....	13
Abbildung 4: Teilgebiete Stadt Sonneberg.....	13
Abbildung 5: Stadt Sonneberg.....	14
Abbildung 6: Verteilung der Gebäude auf Biskosektoren.....	15
Abbildung 7: Gebäudenutzung in Sonneberg (Stadt).....	15
Abbildung 8: Gebäudenutzung in Sonneberg (Ortsteile).....	16
Abbildung 9: Baualtersklassen in Sonneberg.....	16
Abbildung 11: Baualtersklassen außerhalb des Stadtgebiets.....	17
Abbildung 10: Baualtersklassen Stadtgebiet Sonneberg.....	17
Abbildung 12: Bebauungsplan SON-Süd.....	18
Abbildung 13: Gebäudenutzung in Sonneberg (Stadt).....	19
Abbildung 14: Gebäudenutzung in Sonneberg (Ortsteile).....	19
Abbildung 15: Baualtersklassen Stadtgebiet Sonneberg.....	20
Abbildung 16: Baualtersklassen Außerhalb des Stadtgebiets.....	20
Abbildung 17: Versorgungsart der Gebäude.....	21
Abbildung 18: Überwiegender Energieträger.....	21
Abbildung 19: Wärmenetz 1 Sonneberg.....	22
Abbildung 20: Wärmenetz 2 Sonneberg.....	23
Abbildung 21: Gas- und Stromnetz (likra).....	24
Abbildung 22: Gasnetz Stadtgebiet (likra).....	24
Abbildung 23: Ausschnitt Wasserstoffkernnetz.....	25
Abbildung 24: Gasnetz TEN.....	25
Abbildung 25: Breitbandverfügbarkeit Sonneberg.....	26
Abbildung 26: Geförderter Ausbau Sonneberg.....	27
Abbildung 27: Stromnetz Stadt Sonneberg (likra).....	28
Abbildung 28: Straßenvektoren Strom und Gas TEN.....	29
Abbildung 29: Solar- und Photovoltaikanlagen.....	30
Abbildung 30: PV-Park Sonneberg.....	30
Abbildung 31: Wärmebedarf (Nutzenergie).....	31
Abbildung 32: Aufteilung des Wärmebedarfes (Nutzenergie) auf die Energieträger zur Wärmeversorgung.....	31
Abbildung 33: Wärmebedarf (Nutzenergie) pro m ² Gebäudenutzfläche.....	32
Abbildung 34: Wärmeverbräuche (gemessen).....	32
Abbildung 35: Aufteilung des Wärmeverbrauchs (gemessen) auf die Energieträger zur Wärmeversorgung.....	33
Abbildung 36: Wärmeverbrauch (gemischt).....	33
Abbildung 37: Gesamt Energieverbrauch (gemessen).....	34
Abbildung 38: Energieverbrauch nach Energietyp.....	34
Abbildung 39: Wärmeverbrauch nach Versorgungsart.....	34
Abbildung 40: Wärmedichtekarte Sonneberg.....	35
Abbildung 41: Wärmeliniendichtekarte.....	36

Abbildung 42: Standort potenzieller Großverbraucher	36
Abbildung 43: Anteil der CO2-Emissionen nach Sektoren	37
Abbildung 44: CO2-Emissionen nach Biskosektoren pro Einwohnenden	37
Abbildung 45: CO2-Emissionen nach Energieträgern.....	37
Abbildung 46: Entwicklung des Wärmebedarfs im Vergleich zum Basisjahr 2025	41
Abbildung 47: Wasserschutzgebiet Hallgrund Mürschnitz.....	42
Abbildung 48: Wasserschutzgebiet Arnsbachtal Creunitz	42
Abbildung 49: Naturschutzgebiete Sonneberg	43
Abbildung 50: Naturschutzgebiete (Legende: Orange = Naturschutzgebiet (NSG), Dunkelgrün karriert = Landschaftsschutzgebiet (LSG), Hell Grün = Naturpark)	43
Abbildung 51: Naturdenkmale Sonneberg (Gemäß Text von Norden nach Süden).....	44
Abbildung 52: Überschwemmungsgebiet Sonneberg	44
Abbildung 53: Oberflächengewässer Sonneberg	45
Abbildung 54: Abwärme Sonneberg.....	46
Abbildung 55: Entwicklung Außenluft Sonneberg	48
Abbildung 56: theoretische Biomassepotenziale Sonneberg.....	50
Abbildung 57: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie	51
Abbildung 58: Geothermiepotenzial	52
Abbildung 59: Solarthermiepotenzial Stadtgebiet	53
Abbildung 60: Solarthermiepotenzial Oberland	54
Abbildung 61: Übersicht Kläranlagen	56
Abbildung 62: ehemaliges HERKO-Gelände	57
Abbildung 63: PV-Freiflächenpotenzial Stadtgebiet	58
Abbildung 64: PV-Freiflächenpotenzial Oberland	59
Abbildung 65: Windkarte Thüringen.....	59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Häufigkeit der Versorgungsart	21
Tabelle 2: Wärmebedarfe nach Biskosektoren	31
Tabelle 3: Wärmeverbräuche (gemessen) nach Biskosektor	33
Tabelle 4: Liste potenzieller Großverbraucher.....	36
Tabelle 5: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualterklassen im GHD-Sektor in Anlehnung an Technikkatalog (Langreder et al. 2024).....	39
Tabelle 6: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualterklassen im Industrie-Sektor in Anlehnung an Technikkatalog (Langreder et al. 2024).....	39
Tabelle 7: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualterklassen im Einfamilienhaus-Sektor in Anlehnung an Technikkatalog (Langreder et al. 2024)	40
Tabelle 8: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualterklassen im Mehrfamilienhaus-Sektor in Anlehnung an Technikkatalog (Langreder et al. 2024)	40
Tabelle 9: Firmen mit Abwärmepotenzial.....	47

Abkürzungsverzeichnis

BEG	Bundesförderung energieeffiziente Gebäude
EEG	Mit Ergebnissen für EgG abkürzungen.
GWh	Gigawattstunden
kWh	Kilowattstunde
KWP	Kommunale Wärmeplanung
likra	Licht- und Kraftwerke Sonneberg GmbH
MWh	Megawattstunde
TEN	Thüringer Energienetze
ThEGA	Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur
ThürWPGAG	Thüringer Ausführungsgesetz zum Wärmeplanungsgesetz
WPG	Wärmeplanungsgesetz
PV	Photovoltaik

1. Einleitung

1.1 Hintergrund

Der vorliegende Zwischenbericht enthält die Ergebnisse der Eignungsprüfung, der Bestandsanalyse und der Potenzialanalyse im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung für Sonneberg. Diese wird seit Mai 2025 durch die ENMA GmbH Energie & Objekt Management und die CIMA Beratung + Management GmbH erstellt.

Die in diesem Bericht dargestellten Daten, Analysen und Ergebnisse basieren auf den zum Zeitpunkt der Erstellung vorliegenden Informationen. Aufgrund noch ausstehender Rückmeldungen, nachträglicher Datenlieferungen oder neuer Erkenntnisse können Anpassungen und Aktualisierungen erforderlich werden. Eine abschließende Bewertung erfolgt erst nach Vorliegen aller relevanten Informationen.

Ziel der kommunalen Wärmeplanung ist die systematische Erfassung des aktuellen Wärmebedarfs in Sonneberg, die Analyse der bestehenden Infrastrukturen sowie die Identifikation von Potenzialen für eine klimafreundliche Wärmeversorgung. Auf dieser Grundlage wurden belastbare Zielszenarios sowie konkrete Maßnahmen zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung entwickelt.

Die kommunale Wärmeplanung versteht sich dabei nicht nur als planerische Aufgabe, sondern auch als strategisches Instrument zur aktiven Gestaltung der lokalen Energiewende. Sie schafft die Grundlage für fundierte Entscheidungen, ermöglicht Investitionen in moderne und effiziente Versorgungslösungen und fördert die Einbindung relevanter, lokaler Akteure. Für die Bürgerinnen und Bürger eröffnet sie die Chance auf eine verlässliche, bezahlbare und nachhaltige Wärmeversorgung, mit Transparenz und langfristiger Perspektive.

1.2 Gesetzliche Lage

1.2.1 Wärmeplanungsgesetz (WPG)

Das Wärmeplanungsgesetz (WPG) trat am 01.01.2024 in Kraft und verpflichtet zunächst alle Bundesländer zur Umsetzung der Wärmeplanung. Diese Verpflichtung wurde durch das Landesrecht auf die Kommunen übertragen. In Thüringen wurde die entsprechende Regelung, am 13. Juni 2024, mit dem Thüringer Ausführungsgesetz zum Wärmeplanungsgesetz (ThürWPGAG) geschaffen. Somit wurden die Gemeinden zur planungsverantwortlichen Stelle.

Gemäß der Verordnung müssen Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern bis zum 30.06.2026 eine kommunale Wärmeplanung vorlegen, während kleinere Kommunen hierfür Zeit bis zum 30.06.2028 haben.

Eine bereits vorliegende Wärmeplanung kann gemäß § 5 WPG als offizieller Wärmeplan anerkannt werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. Bis zum 01.01.2024 wurde ein Beschluss oder eine Entscheidung zur Erstellung der Wärmeplanung gefasst

2. Der Wärmeplan wird spätestens bis zum 30.06.2026 erstellt und veröffentlicht
3. Die Planung entspricht in wesentlichen Punkten den Anforderungen des WPG

1.2.2 Gebäudeenergiegesetz (GEG)

Seit dem 1. Januar 2024 gilt: Beim Einbau einer neuen Heizungsanlage in Neubauten innerhalb von Neubaugebieten ist sicherzustellen, dass der Wärmebedarf zu mindestens 65 % durch erneuerbare Energien gedeckt wird.

Für Bestandsgebäude sowie Neubauten außerhalb von Neubaugebieten gelten schrittweise Übergangsregelungen.

Hinweis: Eine übersichtliche Darstellung befindet sich im Anhang.

Wird eine fossil betriebene Anlage in Bestandsgebäude sowie Neubauten außerhalb von Neubaugebieten eingebaut, müssen folgende Punkte sichergestellt werden:

- Ab 1. Januar 2029: mindestens 15 % erneuerbare Energien (z. B. Biomasse oder grüner/blauer Wasserstoff)
- Ab 1. Januar 2035: mindestens 30 % erneuerbare Energien
- Ab 1. Januar 2040: mindestens 60 % erneuerbare Energien

Es bestehen folgende Möglichkeiten diese Anforderungen zu erfüllen:

- Anschluss an ein Wärmenetz
- Einbau einer elektrischen Wärmepumpe
- Hybridheizung (Kombination aus erneuerbarer Wärmequelle und fossilem Kessel)
- Stromdirektheizung
- Heizung auf Basis von Solarthermie
- Biomasseheizung

Unter bestimmten Bedingungen: „H2-ready“-Gasheizung, sofern eine Umstellung auf Wasserstoff konkret geplant ist.

Bei einem irreparablen Heizungsschaden oder bei alten Konstanttemperaturkesseln (über 30 Jahre alt) gelten Übergangsregelungen: Hier besteht in der Regel eine Frist von drei Jahren (bei Gasetagenheizungen bis zu 13 Jahren), um die Heizung zu erneuern.

Gasheizungen bleiben grundsätzlich erlaubt, sofern sie dauerhaft mit mindestens 65 % grünem Gas betrieben werden. Ziel ist der vollständige Ausstieg aus fossilen Brennstoffen bis spätestens 31.12.2044.

In bestimmten Fällen kann eine Befreiung von der Pflicht zur Nutzung erneuerbarer Energien beantragt werden – etwa, wenn die wirtschaftliche Zumutbarkeit nicht gegeben ist. Für Eigentümerinnen und Eigentümer ab 80 Jahren gilt im Havariefall: Sie sind nicht verpflichtet, auf ein erneuerbares Heizsystem umzurüsten.

Mit dem Inkrafttreten des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) tritt auch die Bundesförderung energieeffiziente Gebäude (BEG) in Kraft.

Die einzelnen Förderkomponenten gliedern sich wie folgt:

- **Grundförderung:** Alle Antragsteller erhalten einen Investitionszuschuss in Höhe von 30 Prozent für den Heizungstausch, sofern die neue Heizung auf erneuerbaren Energien basiert.
- **Klimageschwindigkeits-Bonus:** Zusätzlich können selbstnutzende Eigentümer, die ihre alten fossilen Heizungen (z. B. Ölheizungen, Kohleheizungen, Gasetagenheizungen oder Nachtspeicherheizungen), aber auch ältere Biomasse- und Gasheizungen, frühzeitig vor dem gesetzlich verpflichtenden Austausch bis Ende 2028 ersetzen, einen Bonus von 20 Prozent erhalten. Diese Regelung soll den zügigen Umstieg auf klimafreundliche Technologien beschleunigen.
- **Einkommens-Bonus:** Für selbstnutzende Eigentümer mit einem zu versteuernden Haushaltsjahreseinkommen bis 40.000 Euro steht ein weiterer Bonus von 30 Prozent zur Verfügung, um die Förderwirkung sozial ausgewogen zu gestalten.
- **Maximaler Fördersatz:** Durch Kombination der Grundförderung und der beiden Boni kann der Zuschuss insgesamt bis zu 70 Prozent der förderfähigen Kosten betragen. Die zulässigen Investitionskosten sind pro Wohneinheit auf maximal 30.000 Euro begrenzt.

Diese Förderstruktur unterstützt den beschleunigten Umbau von Heizungssystemen hin zu erneuerbaren Energien und trägt damit maßgeblich zur Erreichung der Klimaschutzziele im Gebäudesektor bei.

Zusätzlich stehen zinsgünstige Kredite und steuerliche Abzugsmöglichkeiten zur Verfügung.

Mieter und Mieterinnen werden durch gesetzliche Regelungen geschützt: Vermieter dürfen maximal 10 % der Modernisierungskosten auf die Mieter umlegen – abzüglich aller erhaltenen Fördermittel. Diese Umlage ist auf höchstens 0,50 € pro Quadratmeter Wohnfläche und Monat begrenzt.

1.3 Förderungen

Die "Thüringer Verordnung über den finanziellen Ausgleich der Kosten für die Aufstellung von Wärmeplänen" (ThürWPKEVO) stellt den Kommunen eine jährliche Zuweisung für etwaige Kosten der KWP. Die tatsächlichen Kosten werden nach Abschluss der kommunalen Wärmeplanung ermittelt und vollständig erstattet.

1.4 Aufgabenstellung

Die kommunale Wärmeplanung dient als strategisches Instrument, um eine langfristige Vision für eine umweltfreundliche und zukunftsfähige Wärmeversorgung zu entwickeln. Sie liefert wichtige Grundlagen für spätere Entscheidungen, ersetzt jedoch keine verbindliche

Ausbau- oder Investitionsplanung. Die tatsächliche Umsetzung erfordert gesonderte finanzielle und planerische Schritte seitens der Kommune sowie unterstützende Rahmenbedingungen. Zudem muss die kommunale Wärmeplanung alle fünf Jahre fortgeschrieben werden. Dadurch wird sichergestellt, dass der Plan kontinuierlich an neue technologische, wirtschaftliche und gesetzliche Rahmenbedingungen angepasst wird.

Die Wärmeplanung verfolgt im Wesentlichen folgende Ziele:

- die Entwicklung eines strukturierten Fahrplans zur Umstellung auf eine klimaneutrale und wirtschaftlich tragfähige Wärmeversorgung,
- die Analyse und Abgrenzung geeigneter Räume für zentrale Wärmenetze, alternative Gasinfrastrukturen oder individuelle Versorgungslösungen,
- sowie die Festlegung einer sinnvollen Reihenfolge von Maßnahmen zur Umsetzung dieser Ziele.

Trotz ihres strategischen Charakters stößt die Wärmeplanung an praktische Grenzen. Aufgrund verschiedener Unsicherheiten, etwa bei der finanziellen Ausstattung, den künftigen Fördermöglichkeiten von Bund und Ländern, der Dynamik von Kostenentwicklungen, der Bereitschaft potenzieller Nutzer zum Anschluss, der Verfügbarkeit von Fachpersonal sowie möglichen Überschneidungen mit anderen Infrastrukturvorhaben, ist sie nicht in der Lage:

- verbindliche Zusagen für den Ausbau aller identifizierten Wärmenetzbereiche zu treffen,
- feste Zeitpläne oder Anschlusszusicherungen auszusprechen,
- politische Beschlüsse oder konkrete Umsetzungsschritte zu garantieren,
- oder die Richtigkeit der grob abgeschätzten Versorgungskosten abschließend zu gewährleisten.

1.5 Ablauf

§ 13 des WPG definiert den Ablauf der Wärmeplanung, welcher in Abbildung 1 abgebildet ist.



Abbildung 1: Ablauf der Wärmeplanung (§ 13)

1.6 Vereinfachtes Verfahren

Sofern ein Land nach Maßgabe des § 4 Absatz 3 ein vereinfachtes Verfahren für die Wärmeplanung vorsieht, kann es hierzu insbesondere:

1. den Kreis der nach § 7 zu Beteiligten reduzieren, wobei den Beteiligten nach § 7 Absatz 2 mindestens Gelegenheit zur Stellungnahme gegeben werden soll;
2. in Ergänzung zur Eignungsprüfung nach § 14 für Teilgebiete ein Wasserstoffnetz ausschließen, wenn für das Teilgebiet ein Plan im Sinne von § 9 Absatz 2 vorliegt oder dieser sich in Erstellung befindet und die Versorgung über ein Wärmenetz wahrscheinlich erscheint.

Die planungsverantwortliche Stelle kann das verkürzte Verfahren wie folgt nach § 14 umsetzen. Dabei entfallen die Anforderungen der § 15 und § 18 des WPG.

Im Wärmeplan werden diese Gebiete als dezentrale Wärmeversorgungsgebiete ausgewiesen, wobei nur relevante Potenziale gemäß § 16 WPG ermittelt werden. Für Gebiete nach § 18 Abs. 5 WPG bleibt eine Bestandsanalyse erforderlich. Zudem kann eine Umsetzungsstrategie nach § 20 WPG entwickelt werden.

Der Wärmeplan ist alle fünf Jahre zu überprüfen. Ändern sich die Rahmenbedingungen, sind die § 15 bis § 20 WPG anzuwenden. Falls ein Gebiet bereits weitestgehend mit erneuerbaren Energien oder Abwärme versorgt wird, kann auf eine Wärmeplanung verzichtet werden. Die Eignungsprüfung erfolgt auf Basis vorhandener Strukturdaten.

1.7 Datengrundlage

Für die Analysen der Stadt Sonneberg wurden folgende Daten herangezogen:

- INFAS (Gebäudejahre, Gebäudenutzung, Wärmeversorgungsarten, Bevölkerungszahl, Gebäudeadressen)
- ALKIS (Projektgrenze)
- OSM (Gebäudegrundfläche)
- LoD2 (Gebäudegrundfläche, Gebäudenutzung, Gebäudehöhe)
- Hausumringe (Gebäudegrundfläche)
- Marktstammdatenregister (Versorgungsanlagen)
- Denkmaltbuch Stadt Sonneberg (Denkmalschutz, Gebäudealter)
- Verbrauchsdaten von lokalen Energieversorgern
- Versorgungsstruktur des Erdgasnetzes
- Versorgungsstruktur der Wärmenetze
- Versorgungsstruktur des Stromnetzes
- Daten der Förster
- Daten der Licht- und Kraftwerke Sonneberg GmbH (likra)
- Daten der Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur (ThEGA)
- Daten der TEN Thüringer Energienetze
- Weitere angefragte Daten von verschiedenen Informationsquellen

Ziel der Datenerhebung ist es, den digitalen Zwilling durch einen hohen Anteil an Realdaten zu optimieren. Dieser digitale Zwilling wird mit Hilfe von ENEKA erstellt und ermöglicht eine präzise Analyse und Planung. Er dient nicht nur als Grundlage für die aktuelle Wärmeplanung, sondern soll auch bei jeder Fortschreibung sowie in den kommenden Jahren kontinuierlich nachgeschärft werden, sobald neue oder genauere Daten vorliegen.

Die Daten zum Wärmeverbrauch/-bedarf und Stromverbrauch/bedarf wurden im Stadtgebiet von Sonneberg durch die Licht- und Kraftwerke Sonneberg GmbH (likra) gebäudescharf bereitgestellt. Die Wärmeverbrauch/-bedarf und Stromverbrauch/bedarf Daten für die umliegenden Gebiete wurden aus ENEKA übernommen. ENEKA bezieht dabei seine Daten aus folgenden Stellen:

- Landesbehörde: ALKIS-Auszug, Hauskoordinaten, Digitales Oberflächenmodell, Geländemodell, Landnutzungsmodell
- INFAS 360 GmbH: gebäudescharfe Fachdaten für Energieverbrauch, Gebäudetypen, Baujahresklassen, Energieträger, Solaranlagen, Sanierungswahrscheinlichkeiten und weitere mikrogeografische Merkmale, die eine präzise Bestands- und Potenzialanalyse ermöglichen
- MaStR.: Daten zu Energieerzeugungsanlagen

Bei der Datenerhebung wurden die datenschutzrechtlichen Vorgaben stets eingehalten. Zur Einhaltung des Datenschutzes mussten Baublöcke mit mindestens fünf beheizten Gebäuden gebildet werden, um Rückschlüsse auf einzelne Objekte zu vermeiden. Diese Blöcke können natürliche oder infrastrukturelle Grenzen (z.B. Bahngleise, Flüsse) überschreiten. Sie bilden die kleinste Einheit für die kartographische Darstellung.

Während der Bestandsanalysen wurden die Daten in den digitalen Zwilling von ENEKA eingelesen. Diese Informationen bilden die Basis für die kartografische Darstellung der Analysen.

1.8 Akteurs- und Öffentlichkeitsbeteiligung

Die Durchführung der kommunalen Wärmeplanung wurde durch die Stadt Sonneberg bekannt gemacht. Nachdem die Stadt Sonneberg in ihren Gremien entschieden hat, die kommunale Wärmeplanung durchzuführen, wurde das Vorhaben veröffentlicht und über ein Vergabeportal ausgeschrieben. Mit Erhalt des Zuwendungsbescheides veröffentlichte die Stadt die Durchführung der Wärmeplanung durch die CIMA Beratung + Management GmbH und durch die ENMA GmbH Energie & Objekt Management.

In Absprache mit der Stadt wurden die relevanten Akteure kontaktiert, zu einem digitalen Erstgespräch geladen und im Anschluss zum Akteurstreffen eingeladen. Des Weiteren wurden für einzelne Akteure spezifische Fragebögen erstellt sowie ein Fragebogen für die Haushalte und Unternehmen in Sonneberg.

Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit führte die Stadt eine Umfrage durch, um detaillierte Informationen zur aktuellen Heizsituation, zu geplanten Sanierungsmaßnahmen sowie zu den Wünschen und Erwartungen hinsichtlich der zukünftigen Wärmeversorgung zu

erfassen. Die Rückmeldungen aus der Umfrage lieferten wertvolle Einblicke in die Bedarfe und Vorstellungen der Bürgerinnen und Bürger und bilden eine wichtige Grundlage für die Entwicklung einer bedarfsgerechten und akzeptierten Wärmewendestrategie. Die Ergebnisse wurden in die weiteren Planungsschritte einbezogen, um eine nachhaltige, wirtschaftliche und sozialverträgliche Wärmeversorgung für Sonneberg sicherzustellen.

Desweiteren wurde eine Öffentlichkeitsveranstaltung durchgeführt. Bei dieser wurde der aktuelle Stand der KWP präsentiert und zur Diskussion eingeladen. Die Bürger konnten hierbei ihre Bedenken, Fragen und Anregungen an den drei Diskussionsinseln äußern.

Bei den Teilnehmenden zeigte sich insgesamt ein hohes Interesse an der Kommunalen Wärmeplanung. Es wurden sowohl Ideen als auch Bedenken geäußert, die im weiteren Prozess berücksichtigt werden sollten.

Besonders beim Thema Holznutzung kamen Fragen auf. Nach Aussagen von Stadt und Bürgern wird das in Sonneberg anfallende Holz derzeit nach China exportiert. Zukünftig sollte geprüft werden, wie dieses Holz verstärkt lokal in Sonneberg genutzt werden kann.

Auch zum Thema Wasserstoff gab es Nachfragen. Da Sonneberg über ein flächendeckendes Gasnetz verfügt, sollte untersucht werden, inwieweit dieses perspektivisch für den Einsatz von Wasserstoff geeignet ist.

Darüber hinaus äußerten die Teilnehmenden Bedenken hinsichtlich der Finanzierbarkeit der Maßnahmen. Sonneberg ist stark durch ältere Gebäude geprägt, von denen ein Teil unter Denkmalschutz steht. Diese Rahmenbedingungen müssen bei der Planung besonders beachtet werden.

2. Eignungsprüfung

2.1 Grundlagen

Um die Eignung eines Quartiers für eine verkürzte oder für die Entscheidung gegen eine Wärmeplanung zu prüfen, wird die Eignungsprüfung durchgeführt. Dies geschieht anhand leicht zugänglicher Informationen.

Bevor mit der Eignungsprüfung begonnen werden kann, wird das Gebiet zunächst in Teilgebiete unterteilt. Die Einteilung orientiert sich an Grundstücks- und Baublockstrukturen sowie an natürlichen oder baulichen Hindernissen wie Straßen, Gleisen oder Gewässern. Für die Teilgebiete werden einheitliche Merkmale wie Siedlungstypen, Baualter, Wärmenetzinfrastruktur und Bauabschnitte herangezogen. Ziel ist es, Gebiete mit ähnlichen Eigenschaften zusammenzufassen und so eine effiziente Planung der Wärmeversorgung zu ermöglichen.

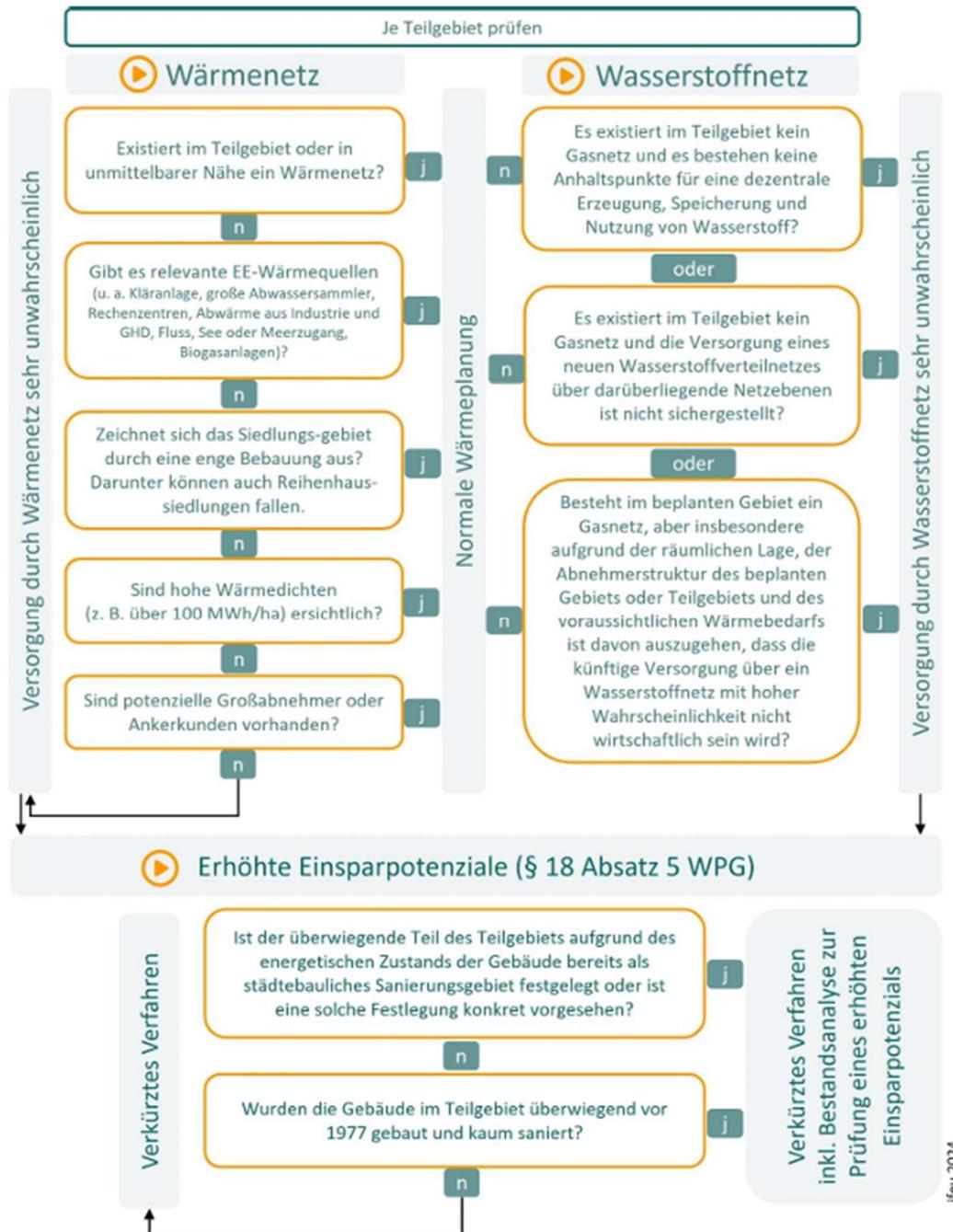


Abbildung 2: Prozess und Leitfragen der Eignungsprüfung

Auf Basis dieser Einteilung wird im Anschluss die Eignungsprüfung durchgeführt. Dies geschieht anhand folgender Leitfragen (vgl. Abbildung 2).

2.2 Einteilung der Teilgebiete

Auf Wunsch der Stadtverwaltung wurden die Teilgebiete von Sonneberg anhand der Wahlbezirke und Stadtteile ausgelegt. Außerdem wurden geographische Besonderheiten wie zum Beispiel Bahngleise, Wärmenetz oder Kleingartenanlagen berücksichtigt, um eine Einteilung durchzuführen. Die Namen der Teilgebiete orientieren sich an den Stadtgebieten.

Die Teilgebiete werden in Abbildung 4 und Abbildung 3 dargestellt.

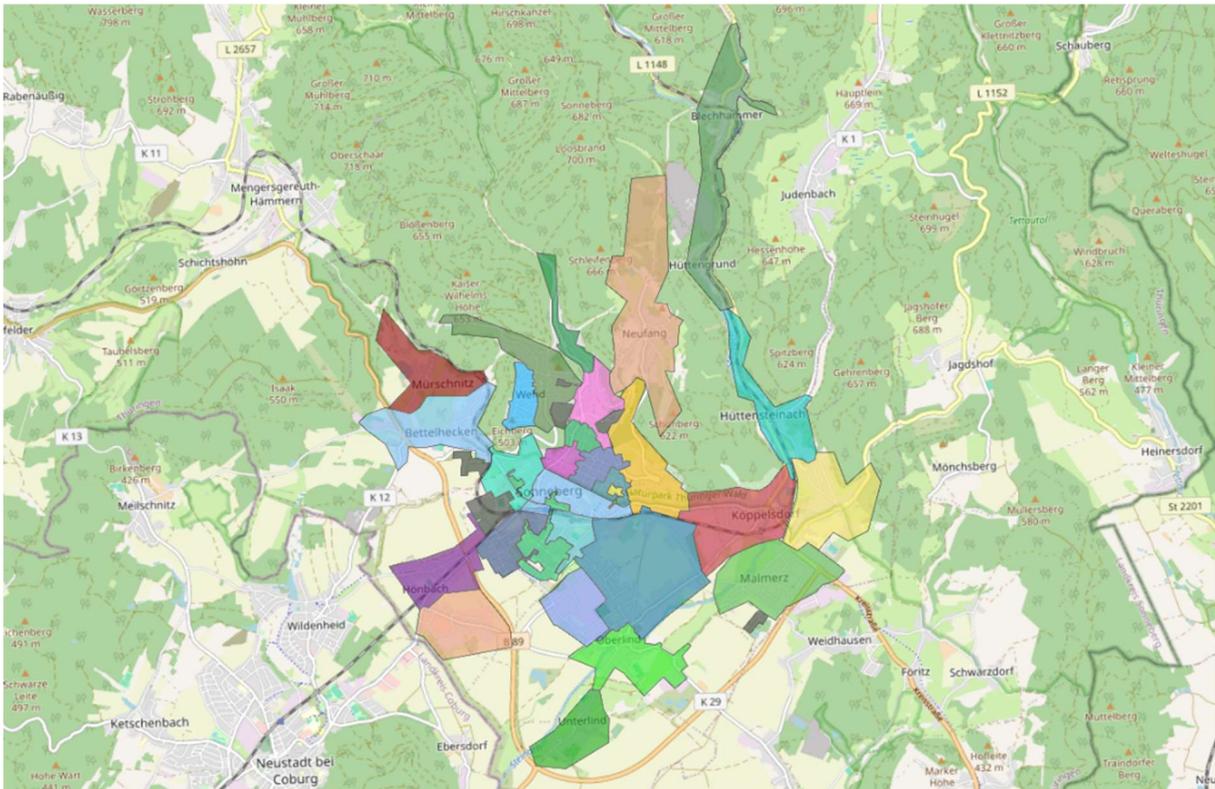


Abbildung 4: Teilgebiete Stadt Sonneberg

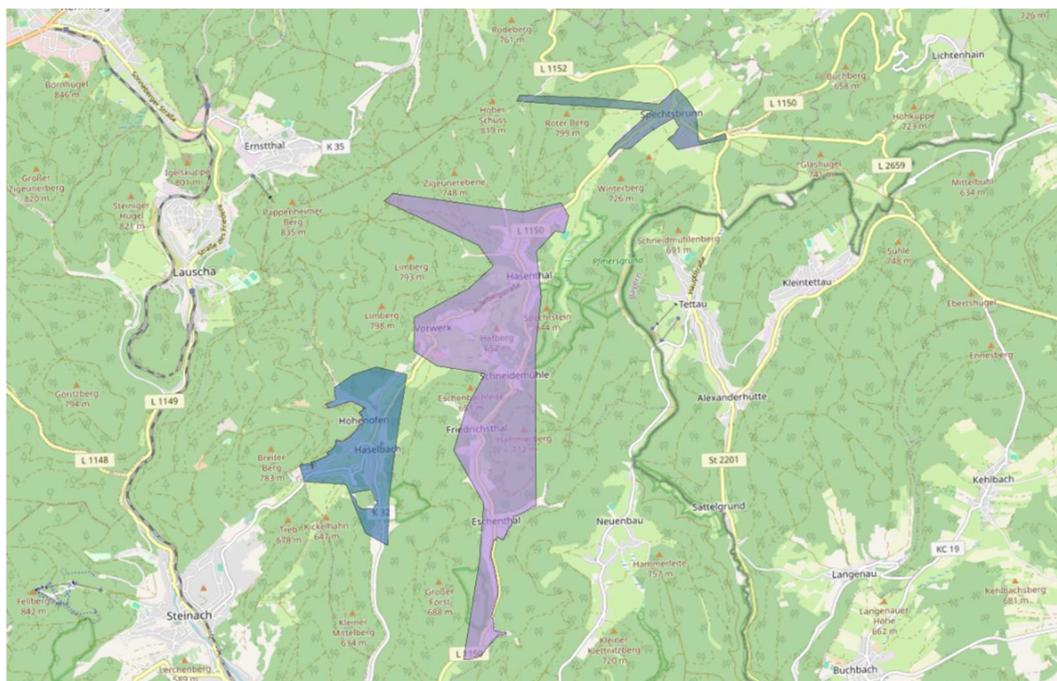


Abbildung 3: Teilgebiete Ortsteile Sonneberg

Die Abgrenzung der Teilgebiete kann sich im weiteren Verlauf der Wärmeplanung noch verändern. Zudem besitzen die verwendeten Farben keine inhaltliche Bedeutung, sondern dienen ausschließlich der besseren visuellen Unterscheidung der Gebiete.

2.3 Bewertung der Eignung von Teilgebieten

In allen bewohnten Gebieten der Stadt Sonneberg wird eine vollständige Wärmeplanung durchgeführt. Ausschlaggebend dafür sind die beiden Fernwärmenetze der Licht- und Kraftwerke Sonneberg GmbH (likra), die Dichte Bebauung sowie die hohe Wärmedichte. Zudem schließt das flächendeckende Gasnetz im Stadtgebiet ein vereinfachtes Verfahren aus.

2.4 Fazit Eignungsprüfung

Die Eignungsprüfung für die Stadt Sonneberg zeigt, dass aufgrund der bestehenden Wärmeinfrastruktur, insbesondere der beiden Fernwärmenetze der Licht- und Kraftwerke Sonneberg GmbH (likra), sowie des flächendeckenden Gasnetzes, keine Teilgebiete für ein vereinfachtes Verfahren gemäß §14 WPG infrage kommen. Alle bewohnten Gebiete werden daher in die vollständige Wärmeplanung einbezogen. Die Unterteilung in Teilgebiete nach Wahlbezirken und Stadtteilen ermöglicht eine differenzierte Betrachtung und bildet eine solide Grundlage für die nachfolgenden Analysen.

3. Bestandsanalyse

Zu Beginn der Kommunalen Wärmeplanung wird die gegenwärtige Situation in Sonneberg dargestellt und analysiert.

3.1 Analyse der Stadt Sonneberg

3.1.1 Die Stadt Sonneberg

Die Stadt Sonneberg liegt im Süden von Thüringen direkt an der Landesgrenze zu Bayern. Die Stadt, welche Anfang des 20. Jahrhunderts als Weltspielzeugstadt bekannt wurde, befindet sich in unmittelbarer Nachbarschaft zur bayerischen Stadt Neustadt bei Coburg. Neben dem Stadtgebiet zählen 21 weitere kleine Ortsteile im Norden zur Kommune (vgl. Abbildung 5).



Abbildung 5: Stadt Sonneberg

3.1.2 Bevölkerungsdynamik

Die Bevölkerungsdynamik in Sonneberg ist seit den späten 1990er-Jahren von einem kontinuierlichen Rückgang geprägt. Zwischen 1998 und 2024 sank die Einwohnerzahl um rund 20 %, was einem durchschnittlichen jährlichen Rückgang von etwa 0,88 % entspricht. Der Rückgang war in den frühen 2000er-Jahren besonders stark ausgeprägt, hat sich in den

letzten Jahren jedoch leicht verlangsamt und bleibt weiterhin negativ. Die aktuelle Einwohnerzahl der Kommune Sonneberg beträgt 23.392.

3.2 Analyse der Gebäude- und Siedlungsstruktur

Im Folgenden werden die vorhandenen Gebäude- und Siedlungsstrukturen erfasst und dargestellt.

3.2.1 Überwiegende Gebäudetypen

Insgesamt gibt es in Sonneberg 15.532 Gebäude. Der Großteil der Gebäude sind dabei GHD-Gebäude (Gewerbe, Handel und Dienstleistung) mit 60 % (9.360 Stück). Private Haushalte machen 37 % aus (5.713 Gebäude) und die Industrie 2 % (352 Gebäude). Die restlichen Gebäude sind Kommunale Einrichtungen (107 Stück) (vgl. Abbildung 6). Nur 6.820 der insgesamt 15.532 Gebäude werden mit Wärme versorgt. Bei den übrigen handelt es sich um Garagen, Gartenhäuser, nicht wärmeversorgte Nebengebäude usw.

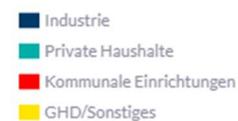
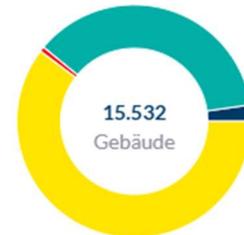


Abbildung 6: Verteilung der Gebäude auf Bausektoren

Der Gebäudebestand in Sonneberg wird überwiegend von privaten Wohngebäuden geprägt. Vor allem in den Randbereichen außerhalb des Innenstadtgebiets finden sich verstärkt Industrie- und Gewerbegebäude (vgl. Abbildung 7).

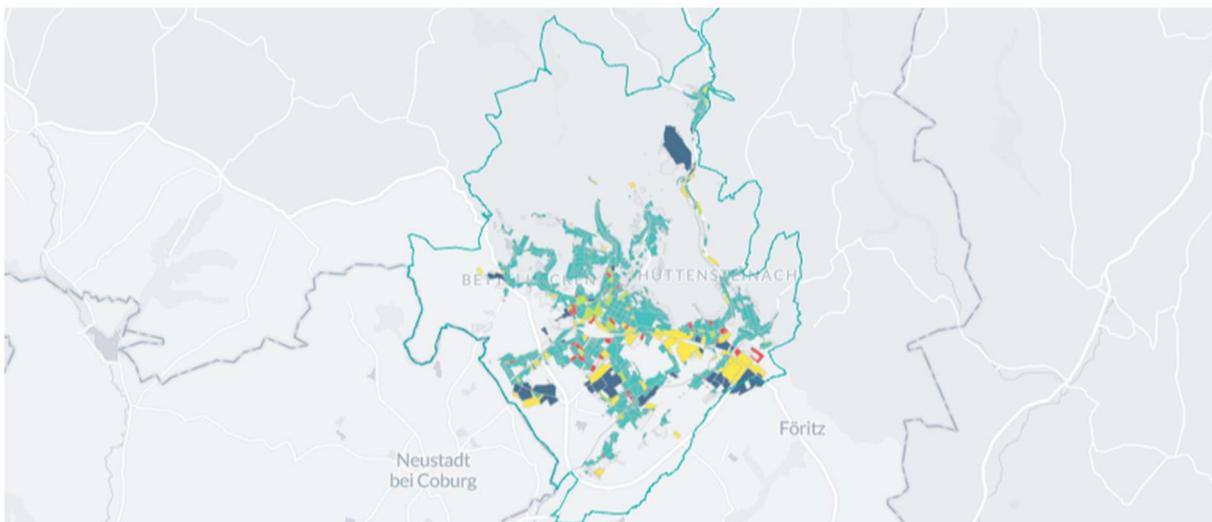


Abbildung 7: Gebäudenutzung in Sonneberg (Stadt)

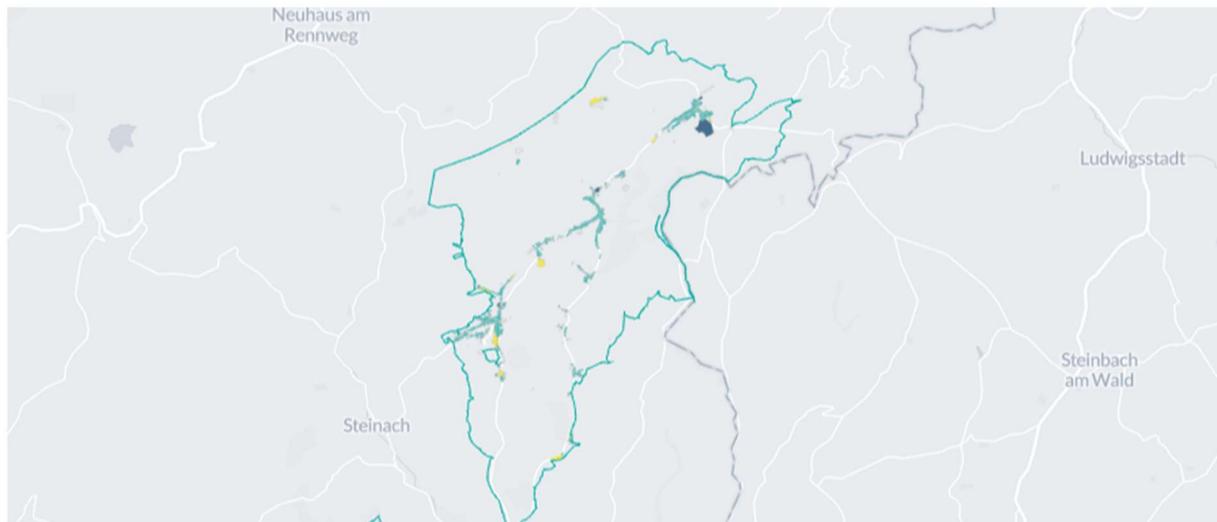


Abbildung 8: Gebäudenutzung in Sonneberg (Ortsteile)

Die Gebäudetypen-Bauweise sind laut Zensus 2022 folgendermaßen verteilt. 76,3 % der Gebäude sind freistehende Häuser, 12,4 % Doppelhaushälften, 6,1 % gereichte Häuser und 5,2 % andere Gebäudetypen.

3.2.2 Überwiegende Baualtersklasse der Gebäude

Die Einteilung der Baualtersklassen von Sonneberg ist in Abbildung 9 dargestellt. Hierbei ist zu erkennen, dass rund 27 % der Gebäude zwischen 1979 und 1983 erbaut wurden (4.189 Gebäude). Rund 26 % wurden 1919-1948 erbaut (3.995 Gebäude). Zwischen 1949 und 1957 wurden circa 20 % der Gebäude errichtet. (3.101). 1.556 Gebäude wurden zwischen 1995 und 2001 errichtet, dies entspricht circa 10 %. Die restlichen 17 % der Gebäude in Sonneberg wurden zwischen 2002 und 2025 gebaut.

Knapp die Hälfte der Gebäude entstand Inkrafttreten der Wärmeschutzverordnung von 1977. Somit ist von einem eher hohen Sanierungspotenzial von 32,9 % auszugehen.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Kartierung der Baualtersklassen. Auf der dargestellten Baublockebene werden die gebäudescharfen Baualtersklassen jeweils zu der im Baublock überwiegend vertretenen Baualtersklasse zusammengefasst. Es ist erkennbar, dass ein Großteil der Gebäude in den Zeiträumen 1979-1983 sowie 1919-1948 errichtet wurde. Besonders im Innenstadtbereich der Stadt sind diese Baualtersklassen stark vertreten.

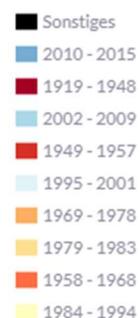
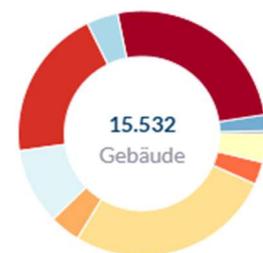
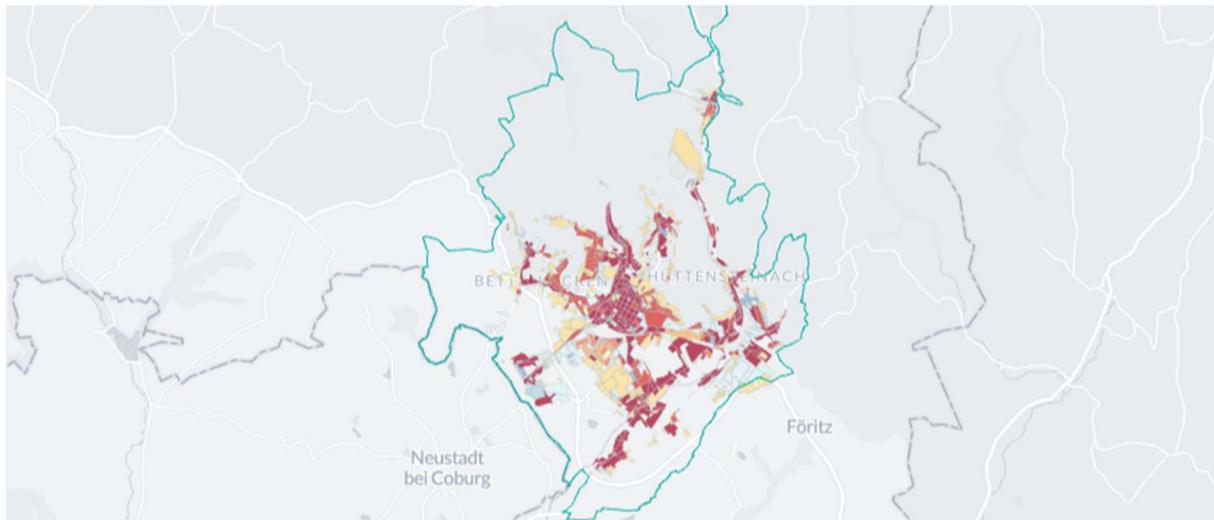


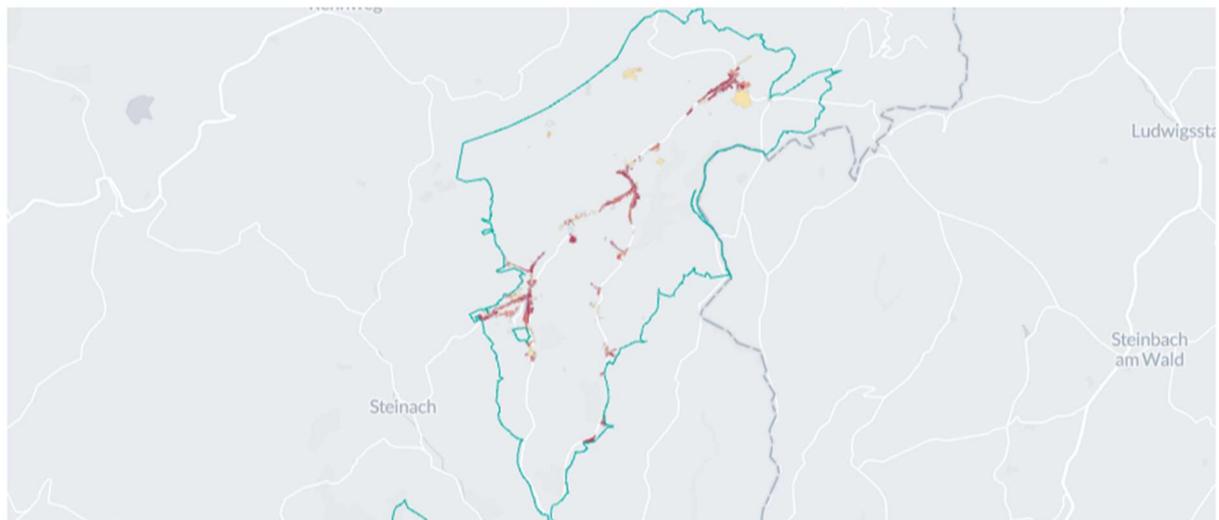
Abbildung 9: Baualtersklassen in Sonneberg



Überwiegende Baualtersklasse

bis 1859	1860-1918	1919-1948	1949-1957	1958-1968	1969-1978	1979-1983	1984-1994
1995-2001	2002-2009	2010-2015	ab 2016				

Abbildung 11: Baualtersklassen Stadtgebiet Sonneberg



Überwiegende Baualtersklasse

bis 1859	1860-1918	1919-1948	1949-1957	1958-1968	1969-1978	1979-1983	1984-1994
1995-2001	2002-2009	2010-2015	ab 2016				

Abbildung 10: Baualtersklassen außerhalb des Stadtgebiets

3.2.3 Industriegebiet SON-Süd

Im Süden der Kommune Sonneberg entsteht derzeit ein 80 ha großes Industriegebiet. Der Spatenstich erfolgte bereits im August 2025, der erste Bauabschnitt mit insgesamt 12 ha soll bis Ende 2026 erschlossen sein.

Das Gebiet ist als Industriegebiet (GI) ausgewiesen. Grundsätzlich sind hier gewerbliche und industrielle Betriebe zulässig. Außerdem zulässig sind kleine Verkaufs- oder Ausstellungsflächen (bis 200 m²), die direkt zu einem produzierenden Betrieb gehören und Schank- und Speisewirtschaften, z. B. Cafeterias oder Kantinen, die die Beschäftigten oder Besucher versorgen. Nicht erlaubt sind Einzelhandels- und Logistikbetriebe, die nicht dem Industriezweck dienen sowie PV-Freiflächenanlagen und Windenergieanlagen als Hauptnutzung. Unter bestimmten Bedingungen können sonstige Sondernutzungen nach §9 Abs. 3 BauNVO genehmigt werden.



Abbildung 12: Bebauungsplan SON-Süd

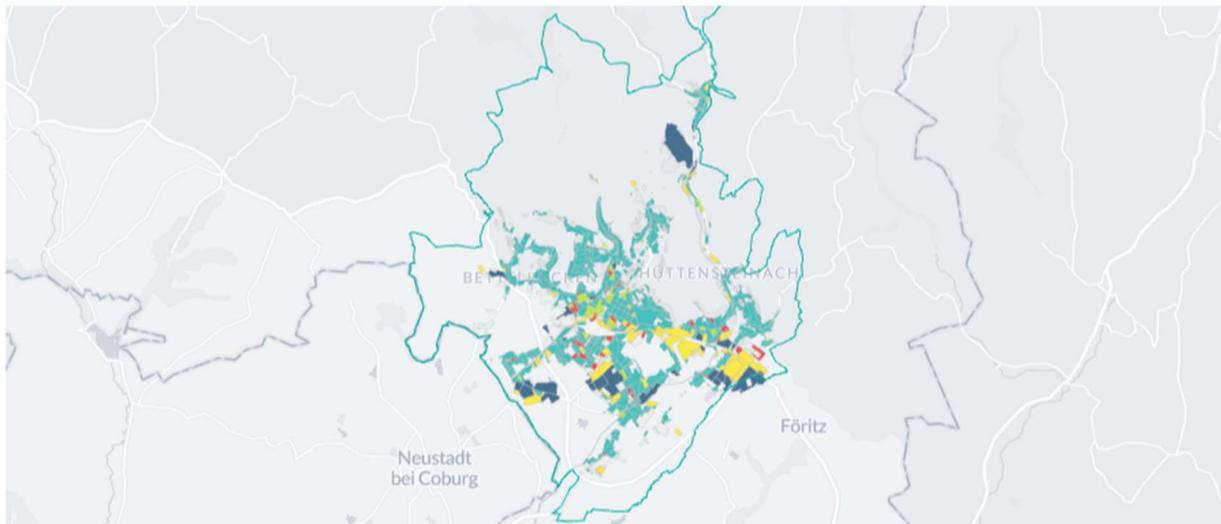
In Bezug auf erneuerbare Energien sind PV-Anlagen erlaubt, wenn sie maximal 10 % der Grundstücksfläche einnehmen bzw. maximal 3.000 m² nicht überschreiten. Vertikale Windkraftanlagen zur Eigenstromversorgung sind unter einer Höhe von 20 m und mit maximal einer Anlage pro Hektar zugelassen.

Um eine kontinuierliche ökologische Funktionalität sicherzustellen, sieht die Festsetzung folgende Maßnahmen vor: Anbringung von Nist- und Fledermauskästen, Erstellung von Blühstreifenrändern und Flächen für Lerchenfenster. Außerdem muss gewährleistet sein, dass Niederschlag auf den eigenen Grundstücken versickert.

3.2.4 Analyse der Siedlungstypologien

Im Rahmen des kommunalen Wärmeplans der Stadt Sonneberg wurde eine systematische Analyse der vorhandenen Siedlungstypologien durchgeführt. Ziel dieser Analyse ist es, die räumliche Struktur der Stadt hinsichtlich Bebauungsdichte, Gebäudetypen und Nutzungsarten zu erfassen und deren Relevanz für eine zukünftige, nachhaltige Wärmeversorgung zu bewerten. Grundlage der Untersuchung bilden Geobasisdaten aus dem Amtlichen

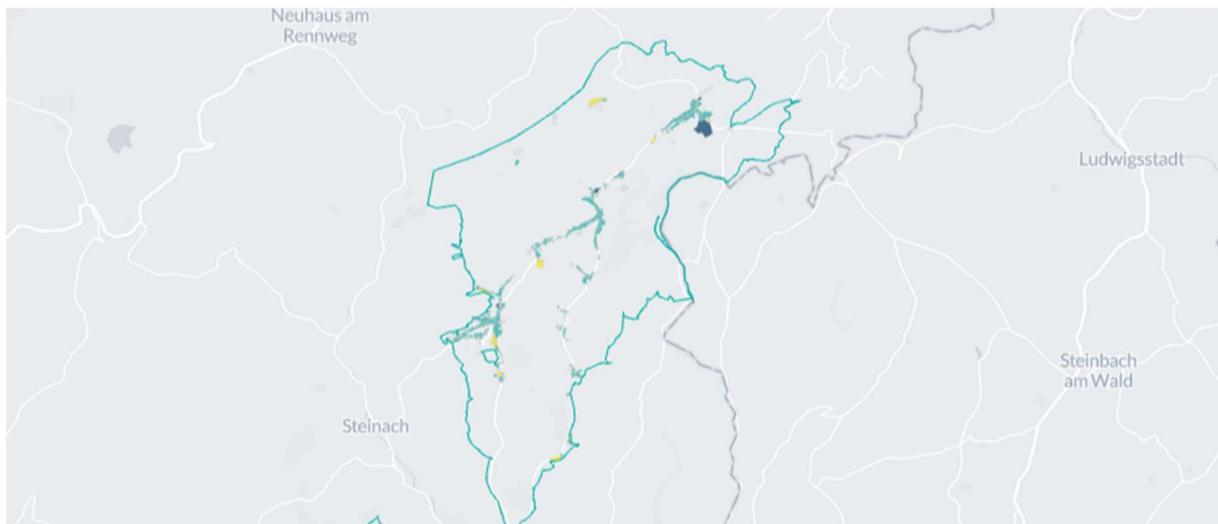
Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS), aktuelle Luftbilder sowie die Daten und Karten der ENEKA Software.



Überwiegende Gebäudenutzung

- Private Haushalte
- Gewerbe
- Gemischt Genutzt
- Industrie
- Kommunale Einrichtung
- Sonstiges

Abbildung 13: Gebäudenutzung in Sonneberg (Stadt)



Überwiegende Gebäudenutzung

- Private Haushalte
- Gewerbe
- Gemischt Genutzt
- Industrie
- Kommunale Einrichtung
- Sonstiges

Abbildung 14: Gebäudenutzung in Sonneberg (Ortsteile)

Die Stadt Sonneberg weist eine differenzierte Siedlungsstruktur auf, die sich in mehrere charakteristische Strukturen gliedern lässt. Im Stadtkern dominieren dichte Wohngebiete mit vorrangig privaten Haushalten welche des Weiteren ein hohes Alter aufweisen. Im Osten des Stadtgebiets und vereinzelt im Süden befinden sich Gebäude mit vorrangig gewerblicher oder industrieller Nutzung. Gebiete mit gemischter Nutzung treten im Kernstadtbereich auf. Auch im Oberland der Stadt Sonneberg dominieren private Haushalte mit vereinzelt Gebieten, welche durch Gewerbe und Industrie geprägt sind. In den Gewerbe- und Industriegebieten hängt der spezifische Wärmebedarfe stark von der jeweiligen Nutzung

ab. Während Lager- und Logistikflächen häufig nur geringen Raumwärmebedarf aufweisen, besteht in produktionsintensiven Bereichen potenziell ein erhöhter Prozesswärmebedarf, der gesondert betrachtet werden muss. Die Innenstadtbereiche verfügen über eine hohe Gebäudedichte und ein hohes energetisches Potenzial für zentrale Wärmelösungen wie z. B. Nah- oder Fernwärmenetze. In weiteren Stadtbereichen, insbesondere am Siedlungsrand sowie in den eingemeindeten Ortsteilen, überwiegen Ein- und Zweifamilienhausstrukturen mit geringer Bebauungsdichte. Diese Gebiete zeichnen sich durch einen hohen Anteil an Bestandsbauten mit teils unzureichender energetischer Qualität sowie einer kleinteiligen Eigentümerstruktur aus. Die dortigen Wärmebedarfe sind typischerweise niedriger konzentriert, was gegen den Einsatz von zentralen Versorgungslösungen spricht. Hier erscheinen individuelle oder quartiersweise dezentrale Systeme, beispielsweise Wärmepumpen in Kombination mit Sanierungsmaßnahmen, als geeignet.

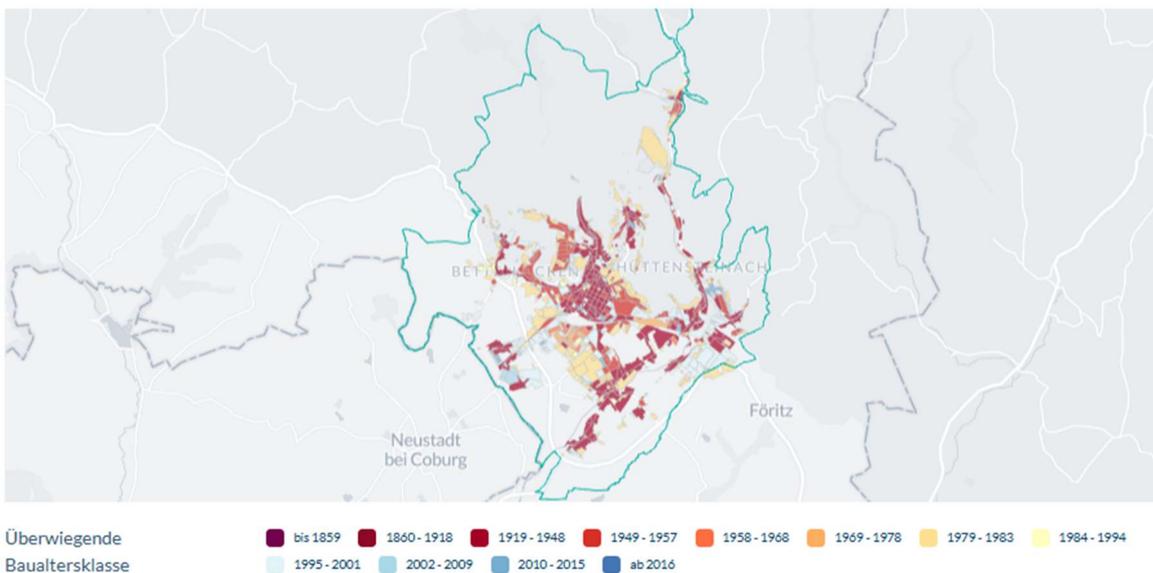


Abbildung 15: Baualtersklassen Stadtgebiet Sonneberg

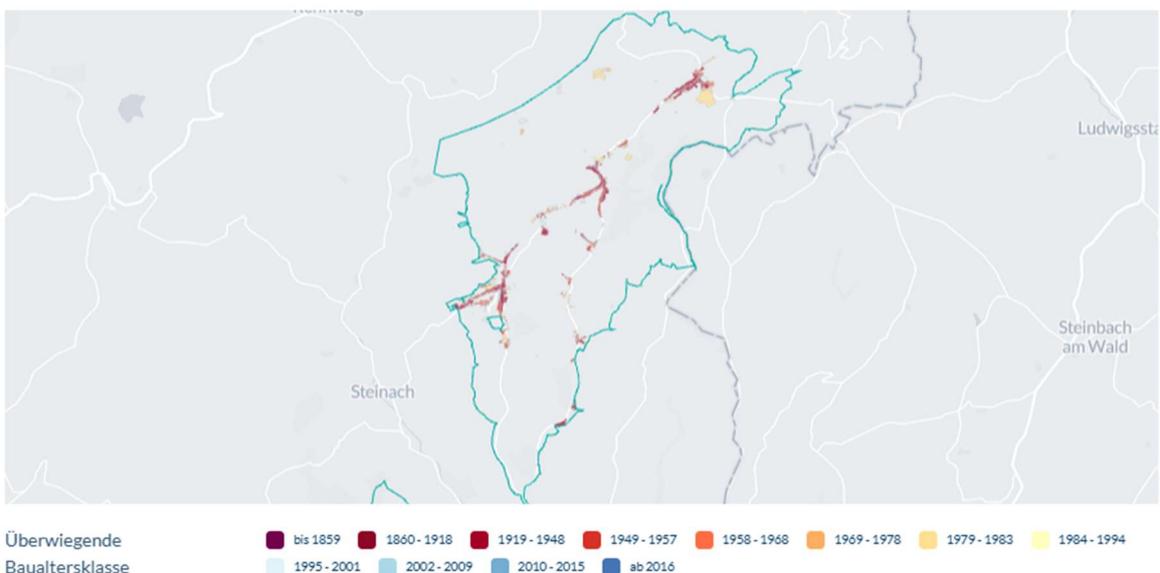


Abbildung 16: Baualtersklassen Außerhalb des Stadtgebiets

3.3 Analyse der Energieinfrastruktur

Im Folgenden wird die Struktur der Wärmebereitstellung und -verteilung erfasst und dargestellt.

3.3.1 Wärmeerzeuger in Gebäuden

Die Daten zur Anzahl der Wärmeerzeuger basieren auf dem Zensus 2022. Diese teilen sich folgendermaßen auf (vgl. Abbildung 17 Abbildung 18):

Wärmeversorgungsart	Prozentsatz
Zentralheizung	75,79 %
Etagenheizung	9,38 %
Einzel-/Mehrraumöfen (auch Nachtspeicherheizung)	7,07 %
Fernheizung (Fernwärme)	4,04 %
keine Heizung	2,77 %
Blockheizung	0,98 %

Tabelle 1: Häufigkeit der Versorgungsart

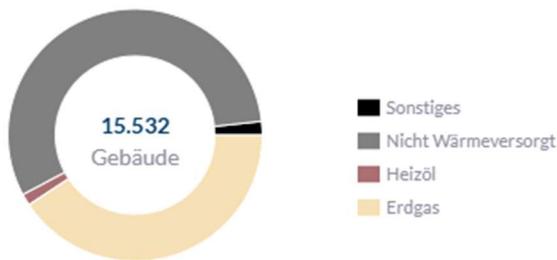


Abbildung 17: Versorgungsart der Gebäude

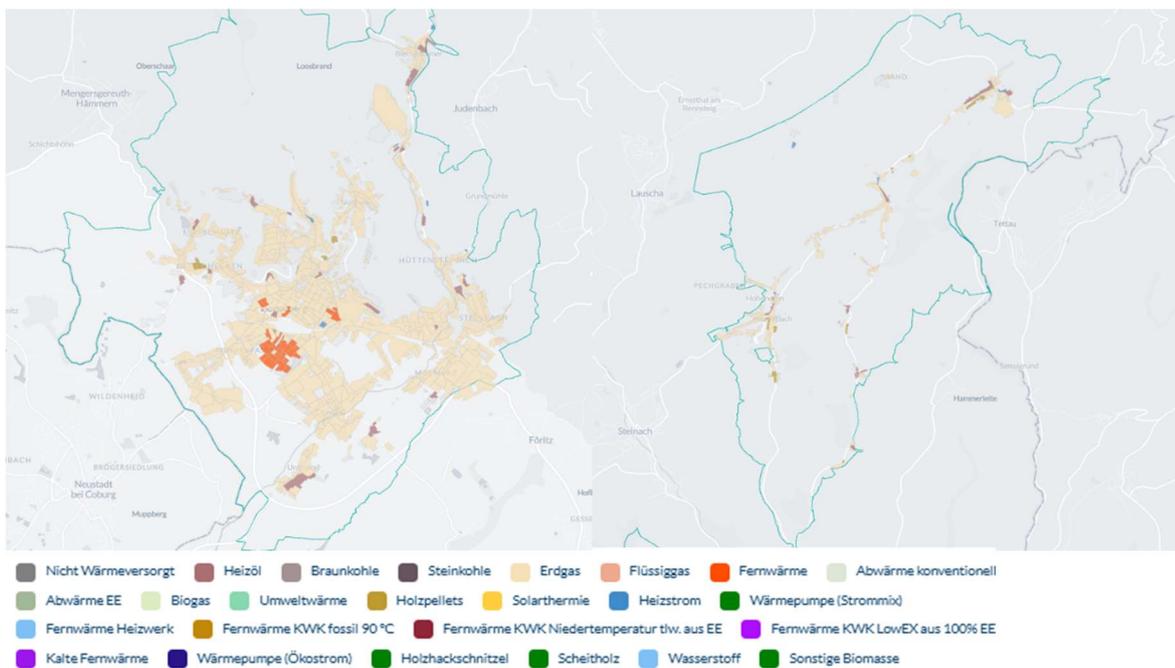


Abbildung 18: Überwiegender Energieträger

3.3.2 Bestehende Netze

3.3.2.1 Wärmenetze

Im Stadtgebiet Sonneberg werden zwei zentrale Fernwärmenetze betrieben, die von der Licht- und Kraftwerke Sonneberg GmbH (likra) versorgt werden. Beide Netze sind Wärmenetze mit Warmwasser-Temperaturniveau und verwenden aufbereitetes Wasser als Übertragungsmedium. Sie werden wärmegeführt betrieben. Als Energieträger wird ausschließlich Erdgas eingesetzt.

Das größere der beiden Netze, im Folgenden als Netz 1 (vgl. Abbildung 19) bezeichnet, wurde in den 1960er- bis 1970er-Jahren parallel zur Errichtung der Plattenbausiedlung im Stadtteil Wolkenrasen gebaut und 1990 zu großen Teilen durch KMR-Rohre erneuert. Es deckt die Wärmeversorgung von Wohn- und öffentlichen Gebäuden ab und weist eine jährliche Wärmenachfrage von rund 13.591 MWh im Jahr 2024 auf. Die installierte Anschlussleistung der Fernwärmeleistung der Erzeuger beträgt 16,5 MW. Die Wärme wird in einer erdgasbetriebenen Erzeugungsanlage bereitgestellt, die aus zwei Blockheizkraftwerken (BHKW) mit jeweils einer thermischen Leistung von 1.268 kW (elektrisch jeweils 999 kW) und einer Kesselanlage mit 13,9 MW besteht. Die Spitzenlastabdeckung erfolgt über die Kesselanlage. Zwei der Kessel wurden im Jahr 1990 in Betrieb genommen, einer 1989 und die beiden BHKWs 2019 bzw. 2020.

Das Verteilnetz von Netz 1 umfasst eine Gesamtlänge von 6,2 Kilometern und versorgt aktuell 67 Anschlüsse. Die Leitungen verlaufen überwiegend erdverlegt, wobei etwa 700 Meter in einem Sammelkanal geführt werden. Zum Einsatz kommt dabei vor allem das Kunststoffmantelrohrsystem (KMR). Die Vorlauftemperatur am Wärmeerzeuger liegt bei 84 °C, die Rücklauftemperatur bei 63 °C. Das Netz ist mit einer Leckageüberwachung im KMR-Bereich ausgestattet, und es werden teilweise fernauslesbare Wärmemengenzähler eingesetzt. Der Betrieb erfolgt wärmegeführt, sodass die Erzeugung auf die aktuelle Wärmenachfrage abgestimmt wird. Der gesamte Erdgasbedarf für den Betrieb des Netzes beläuft sich im Jahr 2024 auf etwa 33.921 MWh, wovon rund 17.010 MWh in Form von Wärme in das Netz eingespeist wurden. Die Modernisierung eines der beiden BHKW wurde im Jahr 2024 umgesetzt und mit Investitionskosten von rund 350.000 € realisiert.



Abbildung 19: Wärmenetz 1 Sonneberg

Das zweite Fernwärmenetz (vgl. Abbildung 20), im Folgenden als Netz 2 bezeichnet, wurde im Jahr 1990 errichtet. Es versorgt ausschließlich Wohngebäude im Stadtgebiet Sonneberg. Die jährliche Wärmenachfrage beträgt rund 1.763 MWh, und die Anschlussleistung liegt bei 1 MW. Zur Wärmebereitstellung werden ebenfalls zwei Blockheizkraftwerke (jeweils thermisch 104 kW und elektrisch 100 kW) sowie eine Kesselanlage (1,6 MW) eingesetzt. Die BHKW's verfügen über eine thermische Leistung von 208 kW, während die Kesselanlage 1.680 kW bereitstellt. Im Spitzenlastfall wird das BHKW zu 100 % ausgelastet und die Kesselanlage zu 70 %. Die Spitzenlastdeckung und Redundanz werden dabei ebenfalls über die Kesselanlage sichergestellt.

Das Verteilnetz von Netz 2 ist mit einer Gesamtlänge von 0,7 Kilometern deutlich kompakter und umfasst insgesamt 8 Anschlüsse. Die Leitungen verlaufen überwiegend im Haubenkanal und bestehen aus Glaswolle-bitumenisolierten Rohren. Auch hier liegt die Vorlauftemperatur bei 84 °C und die Rücklauftemperatur bei 63 °C. Die Digitalisierung des Netzes umfasst unter anderem teilweise fernauslesbare Wärmemengenzähler. Der Betrieb erfolgt ebenfalls wärmegeführt. Im Jahr 2024 lag der Erdgasbedarf bei rund 3.343 MWh, von denen etwa 2.414 MWh als Wärme in das Netz eingespeist wurden. Derzeit befindet sich eines der BHKW's im Neubau, die Inbetriebnahme ist für August 2025 geplant. Die Investitionskosten belaufen sich auf rund 100.000 €. Das weitere BHKW wurde im Jahr 2024 in Betrieb genommen und die Kessel bereits 1990.

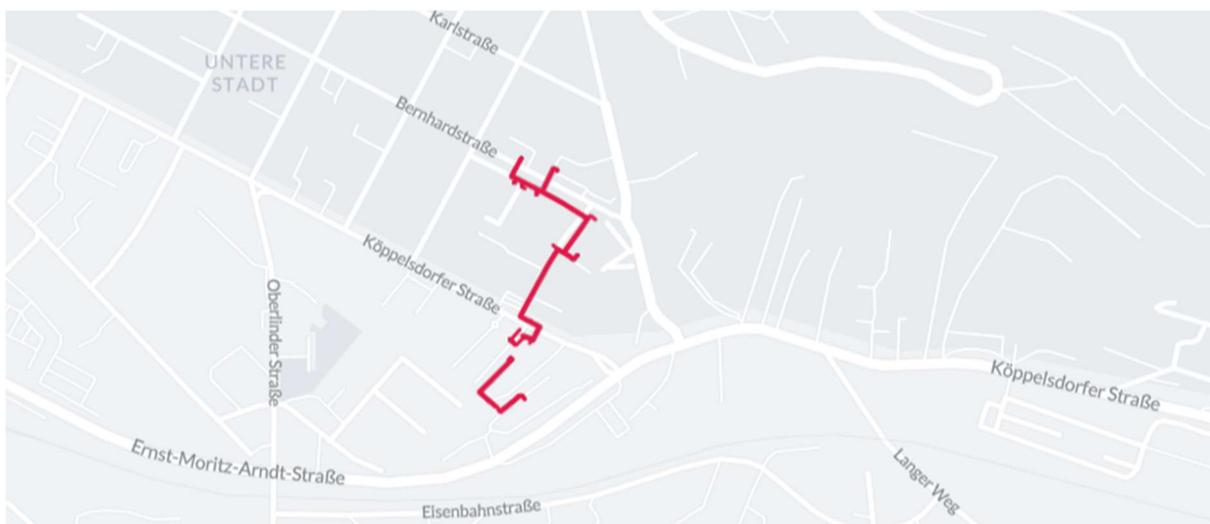


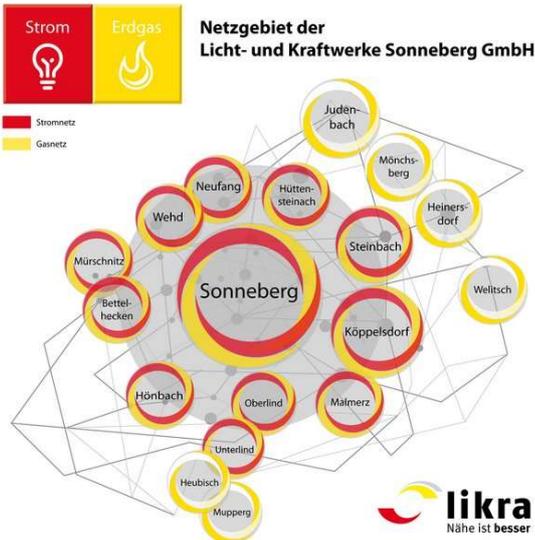
Abbildung 20: Wärmernetz 2 Sonneberg

Beide Netze tragen entscheidend zur Wärmeversorgung im Stadtgebiet Sonneberg bei und sind auf eine zentrale, erdgasbasierte Erzeugung ausgerichtet. Die Modernisierung der BHKW-Anlagen hat die Effizienz der Wärmeerzeugung verbessert und sowohl die Versorgungssicherheit als auch die langfristige Zukunftsfähigkeit der Fernwärmeversorgung in Sonneberg gestärkt. Der Strom, welcher durch die BHKW's erzeugt wird, wird im Rahmen der KWKG Förderung gefördert.

Laut Angaben der Licht- und Kraftwerke Sonneberg GmbH (likra) wird das Wärmernetz bei Bedarf nachverdichtet, was bedeutet, dass neue Anschlussnehmende im bestehenden Versorgungsgebiet angeschlossen werden können. Auch eine Erweiterung des Netzes ist aufgrund des vorhandenen Leitungsquerschnitts grundsätzlich möglich, muss jedoch im Einzelfall technisch und wirtschaftlich geprüft werden.

Für beide Netze sind derzeit Förderungen für einen Transformationsplan gemäß BEW beantragt, um diese in Zukunft CO2 neutral zu betreiben.

3.3.2.2 Gasnetze



Im Stadtgebiet Sonneberg besteht ein Gasverteilnetz der Licht- und Kraftwerke Sonneberg GmbH (likra) (vgl. Abbildung 21 Abbildung 22), das die Versorgung von Wohngebäuden, Gewerbebetrieben und öffentlichen Einrichtungen sicherstellt. Die Netzstruktur ist flächendeckend im Siedlungsbereich angelegt. Das Netz weist eine Länge von 155,25 km ohne Hausanschlüsse und 223,49 km mit Hausanschlüssen über alle Druckstufen auf und verfügt über insgesamt 5.025 Hausanschlüsse.

Das Gasnetz transportiert derzeit ein Methangemisch in Form von Erdgas.

Abbildung 21: Gas- und Stromnetz (likra)

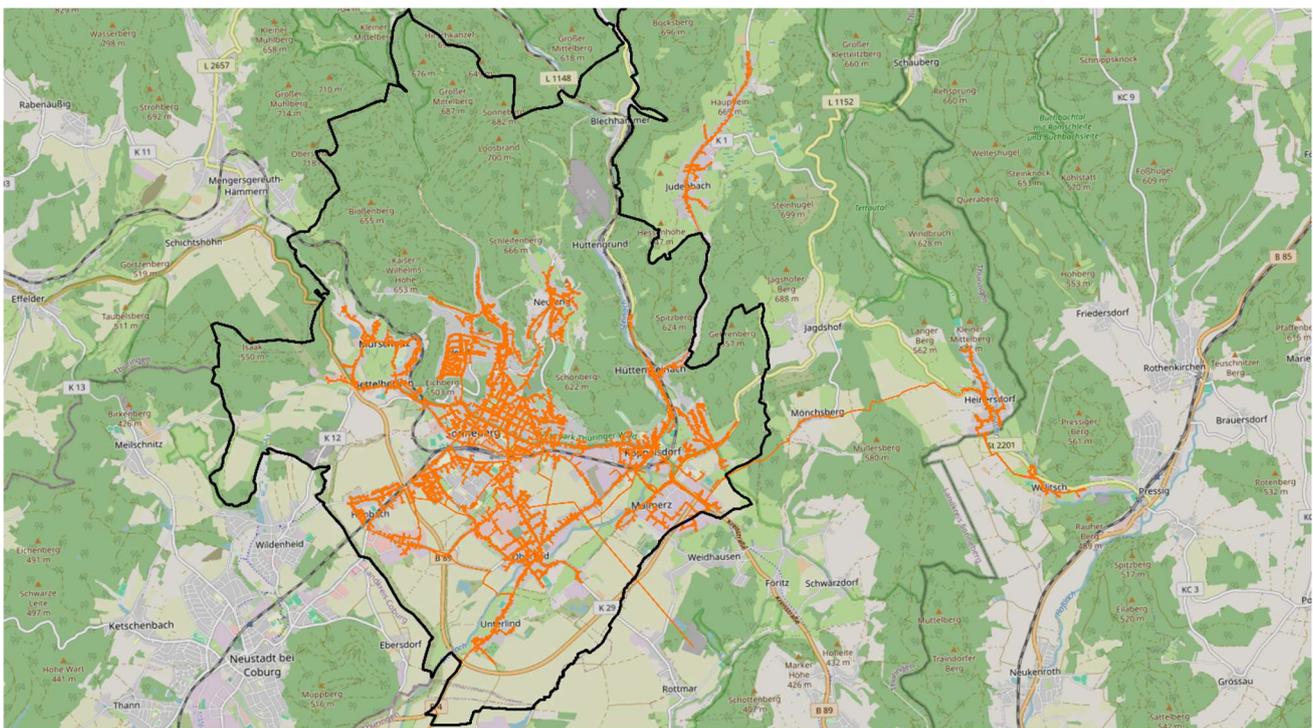


Abbildung 22: Gasnetz Stadtgebiet (likra)

Eine Beimischung von Wasserstoff oder reine Wasserstoffleitungen sind bislang nicht Bestandteil des bestehenden Systems. Laut Betreiber würde die Beimischung von Wasserstoff zu technischen Wechselwirkungen im Netz führen. Zudem liegt das H₂-Kernnetz mit seinem geplanten Ausbau räumlich zu weit entfernt, um eine Anbindung wirtschaftlich zu realisieren (vgl. Abbildung 23).

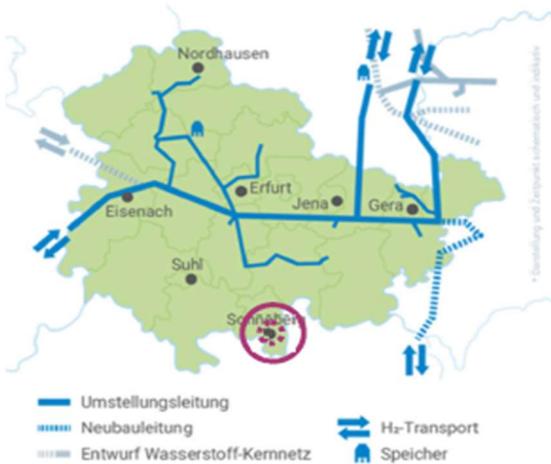


Abbildung 23: Ausschnitt Wasserstoffkernnetz

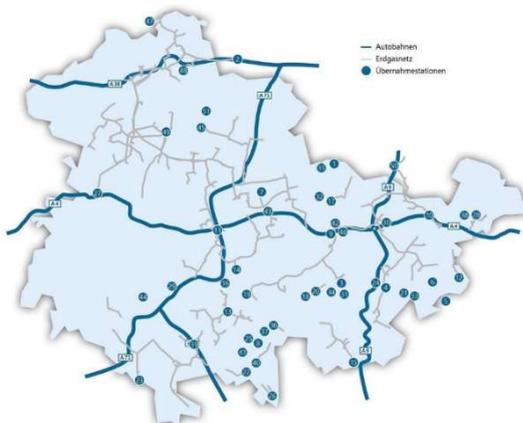


Abbildung 24: Gasnetz TEN

Die Gebiete im Oberland werden durch ein Gasnetz der TEN versorgt (vgl. Abbildung 24). Die Ortschaften Blechhammer und Hüttengrund werden direkt durch die TEN über den Netzkopplungspunkt Steinach (vorgelagerter Netzbetreiber: Ferngas Netzgesellschaft mbH) mit Gas versorgt. Das gesamte Gasnetz der TEN umfasst eine Netzlänge von 6.082 km und verfügt über 102.486 Hausanschlüsse (Stand Ende 2024).

Für die Gemeinde Sonneberg sowie das Stadtgebiet Sonneberg ist nach aktuellem Kenntnisstand seitens der TEN keine Umstellung der bestehenden Erdgassysteme auf Wasserstoff vorgesehen, da bislang keine entsprechenden Anfragen für eine Wasserstoffnutzung an den Netzbetreiber herangetragen wurden.

3.3.3 Analyse der Wärme- und Gasspeicher

Gemäß der Licht- und Kraftwerke Sonneberg GmbH (likra) und der Stadt Sonneberg sind keine Gasspeicher vorhanden oder geplant. An Wärmespeicher existiert lediglich ein kleiner Wärmespeicher von 5 m³ welche 2016 zur Minimierung der Taktung für das Wärmenetz in "Schöne Aussicht" errichtet wurde.

3.3.4 Analyse der Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen

Gemäß dem Rahmen der Bestandsanalyse sollen bestehende, geplante oder genehmigte Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder anderen synthetischen Gasen aufgezeigt werden, die eine installierte Elektroleistung von mehr als 1 MW aufweisen. Laut Licht- und Kraftwerke Sonneberg GmbH (likra) besteht keine Einspeisung anderer Gase in das Gasnetz, welches das Stadtgebiet vollständig erschließt. Somit kann man die Existenz von Anlagen zur Erzeugung von Wasserstoff oder synthetischen Gasen ausschließen.

3.3.5 Abwassernetze und -leitungen

Eine detaillierte Datengrundlage zu Dimensionierung, Längen und hydraulischer Belastbarkeit der Abwasserleitungen wurde im Rahmen der Bestandsanalyse von den zuständigen Wasserwerken angefragt, liegt jedoch derzeit noch nicht vollständig vor.

Für die kommunale Wärmeplanung ist das Abwassernetz insbesondere im Hinblick auf mögliche Abwasserwärmenutzungen von Bedeutung. Abwasserleitungen mit hohen Durchflussmengen oder größere Sammler können potenziell für Wärmetauscherlösungen genutzt werden. Erste Hinweise auf potenzielle Standorte, wie etwa im Bereich des Pflegezentrums „Goldene Au“ an der Röthenstraße, liegen vor und werden im Kapitel 4.4.5.2 näher beschrieben.

Hinweis:

Für diesen Abschnitt liegen zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht sämtliche Daten vor. Die fehlenden Informationen werden nachgereicht, sobald sie vorliegen.

3.3.6 Glasfasernetz und -leitungen

Die Breitbandversorgung im Stadtgebiet Sonneberg zeigt ein insgesamt hohes Versorgungsniveau. Aus den Daten des Breitbandatlases des Bundes ergibt sich, dass bereits weite Teile des Stadtgebiets über eine sehr gute Internetanbindung verfügen. In vielen Bereichen liegt die Breitbandverfügbarkeit bei über 95 % der Haushalte. Dies betrifft insbesondere das Stadtzentrum sowie zentrale Ortsteile wie Köppelsdorf, Oberlind, Steinbach und Hüttensteinach (siehe Abbildung 1). Auch in zahlreichen ländlicheren Gebieten – etwa im Bereich Spechtsbrunn oder Haselbach – bestehen bereits relevante Versorgungskapazitäten. Ergänzend zeigt eine Analyse der Übertragungsraten, dass in Sonneberg in folgenden Bandbreitenklassen nahezu flächendeckende Verfügbarkeit besteht (siehe Abbildung 25). Damit sind bereits heute große Teile des Stadtgebiets gigabitfähig ausgebaut.

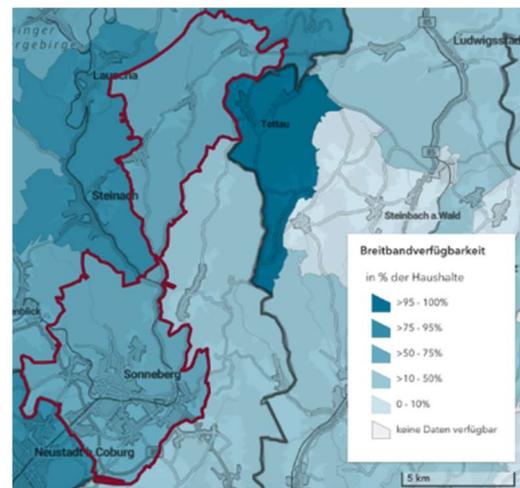
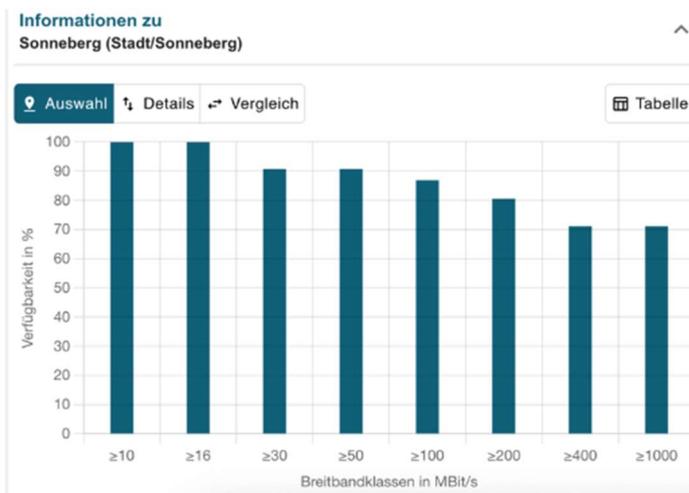


Abbildung 25: Breitbandverfügbarkeit Sonneberg

Geplanter Ausbau im Rahmen öffentlicher Förderung

Trotz der insgesamt hohen Breitbandverfügbarkeit in Sonneberg bestehen im Stadtgebiet sowie insbesondere in den ländlicheren Ortsteilen des Oberlands weiterhin sogenannte „weiße Flecken“ in der Breitbandversorgung. Diese unterversorgten Bereiche zeichnen sich dadurch aus, dass dort bislang Internetanschlüsse mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von weniger als 30 Mbit/s verfügbar sind. Da ein wirtschaftlicher Ausbau durch privatwirtschaftliche Telekommunikationsunternehmen in diesen Gebieten nicht realisierbar ist, wird die Erschließung im Rahmen öffentlicher Förderprogramme durch den Bund und das Land Thüringen unterstützt.

Die Koordination des geförderten Breitbandausbaus im Landkreis Sonneberg erfolgt zentral durch das Landratsamt Sonneberg. Ausgenommen hiervon ist lediglich die Gemeinde Föritztal, die eigenständig agiert. In enger Abstimmung mit den kreisangehörigen Städten und Gemeinden wurden die förderfähigen Adressen ermittelt und im Rahmen eines umfassenden Antragsverfahrens beim Fördergeber eingereicht. Den Zuschlag für die Durchführung des Ausbaus erhielt nach einem europaweiten Ausschreibungsverfahren die Thüringer Netkom GmbH aus Weimar.

Das Ausbauvorhaben ist in mehrere sogenannte Ausbacluster untergliedert, welche schrittweise umgesetzt werden. Der Baubeginn erfolgte bereits im Juni 2022 im Stadtgebiet von Neuhaus am Rennweg. In den darauffolgenden Monaten wurde die Erschließung weiterer Bereiche im Kreisgebiet vorbereitet. Der konkrete zeitliche Ablauf des Ausbaus ist dabei maßgeblich von der Komplexität und dem Fortschritt der notwendigen Genehmigungsverfahren abhängig, die je nach Ausbacluster variieren können.

Ziel des Förderprojekts ist die Versorgung von rund 1.300 Haushalten, 278 Unternehmen sowie 25 Schulen im Kreisgebiet mit leistungsfähigen Breitbandanschlüssen. Durch die konsequente Umstellung auf Glasfaseranschlüsse bis in die Gebäude (sogenanntes FTTH – Fiber to the Home) konnte die ursprünglich geplante Ausbautechnologie im Förderverfahren nochmals optimiert werden. Im Ergebnis wird im Rahmen des Vorhabens eine Gesamtlänge von mehr als 500 Kilometern Glasfaserleitungen im Landkreis verlegt.

Die im Rahmen der Förderung anschließbaren Gebäude sind in einer vom Landkreis erstellten Adressliste definiert und wurden dem Fördergeber übermittelt. Eine Erweiterung über diese Liste hinaus ist nicht möglich, da das Förderprogramm ausschließlich die Erschließung bislang unterversorgter Adressen (<30 Mbit/s) zulässt. Somit ist der Anschluss weiterer, aktuell bereits besser versorgter Gebäude durch dieses Förderprogramm ausgeschlossen.

Für das Stadtgebiet Sonneberg umfasst der geförderte Ausbau sowohl zentrale Stadtteile (z. B. Malmerz, Neufang, Köppelsdorf, Oberlind und Steinbach) als auch ländliche Siedlungsbereiche im Oberland (z. B. Friedrichsthal, Hasenthal, Georgshütte, Haselbach und Spechtsbrunn). Eine vollständige Auflistung der förderfähigen Ausbauadressen ist auf der Website des Landkreises Sonnebergs zu finden.

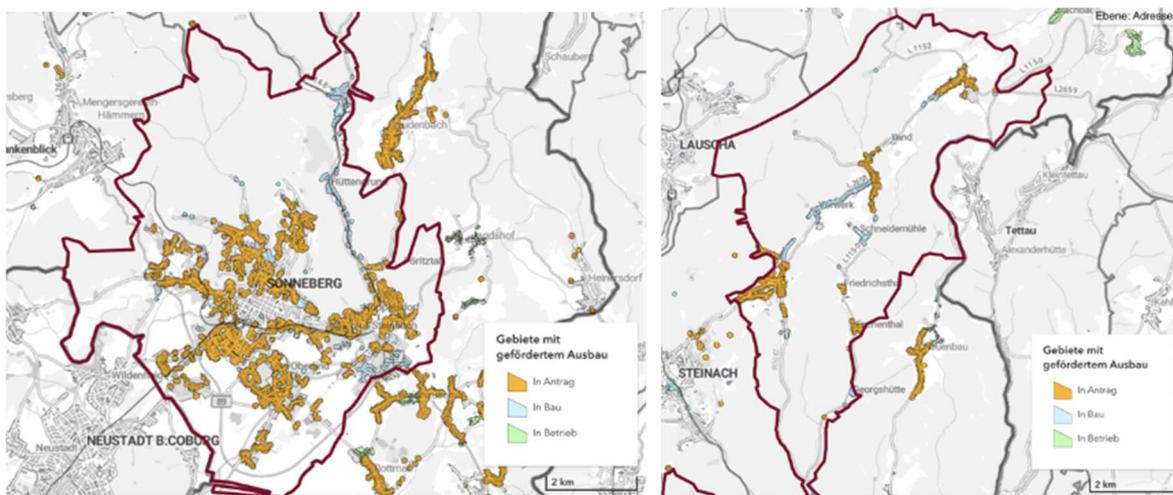


Abbildung 26: Geförderter Ausbau Sonneberg

Die Lage und der aktuelle Umsetzungsstand des geförderten Ausbaus sind im Breitbandatlas des Bundes differenziert dargestellt. Die betreffenden Ausbaubereiche sind farblich nach Bearbeitungsstand gekennzeichnet: orange für Gebiete, in denen der Ausbau beantragt ist, hellblau für Gebiete mit bereits begonnenem Bau sowie grün für bereits in Betrieb befindliche Abschnitte (vgl. Abbildung 3 und Abbildung 4). Für das Stadtgebiet Sonneberg zeigt sich ein weitreichender Fortschritt insbesondere in den südlichen und östlichen Randbereichen der Kernstadt sowie in mehreren Ortsteilen des Oberlands.

3.3.7 Stromnetze der likra

Das Stromnetz der Stadt Sonneberg lässt sich in Mittel- und Niederspannungsebenen aufteilen. Die Stromleitungen auf diesen Spannungsebene sind in Abbildung 27 dargestellt. Die grünen Leitungen kennzeichnen die Hausanschlussleitungen, die violetten/pinken Linien die Mittelspannungsfreileitungen bzw. -kabel, und die türkis/blauen Linien die Niederspannungsfreileitungen bzw. -kabel. Die Leitungslängen des Stadtgebiets und der Oberlands belaufen sich auf 16.458,5 m für die Hausanschlussleitungen, 109.574 m für die Mittelspannungsleitungen und 29.305,2 m für die Niederspannungsleitung.

Die Umspannwerke des Stromnetzes werden durch die TEN geführt. Ein Umspannwerk befindet sich im Stadtteil Mürschnitz, das weiter in Köppelsdorf.

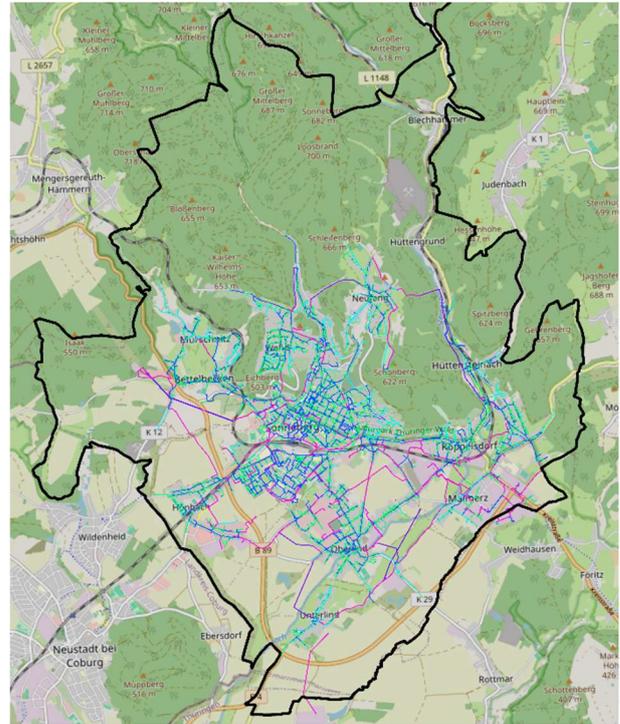


Abbildung 27: Stromnetz Stadt Sonneberg (likra)

3.3.8 Strom- und Gasnetz der Ten

Im Folgenden (Abbildung 28) werden jene Teile des Oberlands dargestellt welche entweder Strom oder Gas durch die TEN beziehen. Es handelt sich hierbei nicht um eine Leitungs-darstellung, sondern um den Verlauf der Straßenvektoren.

Zur Analyse des Bestandes an leitungsgebundenen Energieinfrastrukturen wurden von der TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG Datensätze zu den Sparten Strom und Gas bereitgestellt. Die Daten liegen in Form amtlicher Straßenvektoren des TLBG vor, auf die die Anzahl der vorhandenen Hausanschlüsse straßenbezogen referenziert wurde.

Somit lässt sich für jede Straße darstellen, wie viele Strom- bzw. Gasanschlüsse vorhanden sind. Eine Darstellung des tatsächlichen Leitungsverlaufes ist damit nicht verbunden; vielmehr handelt es sich um eine abstrahierte Betrachtung auf Straßenebene.

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft den Verlauf der Straßenvektoren im Gemeindegebiet. Dabei ist zu beachten, dass es sich bei dem dargestellten Ausschnitt lediglich um das Oberland von Sonneberg (inklusive Blechhammer und Hüttengrund) handelt. Für das Stadtgebiet liegen entsprechende Daten der Licht- und Kraftwerke Sonneberg GmbH (likra) vor (vgl. 3.3.7 Stromnetze der likra und 3.3.2 Gasnetze). Im Oberland gibt es insgesamt 877 Strom-Hausanschlüsse und 641 Gas-Hausanschlüsse. Das Gasnetz im Oberland weist eine Gesamtlänge von 37.452,1 Meter auf.

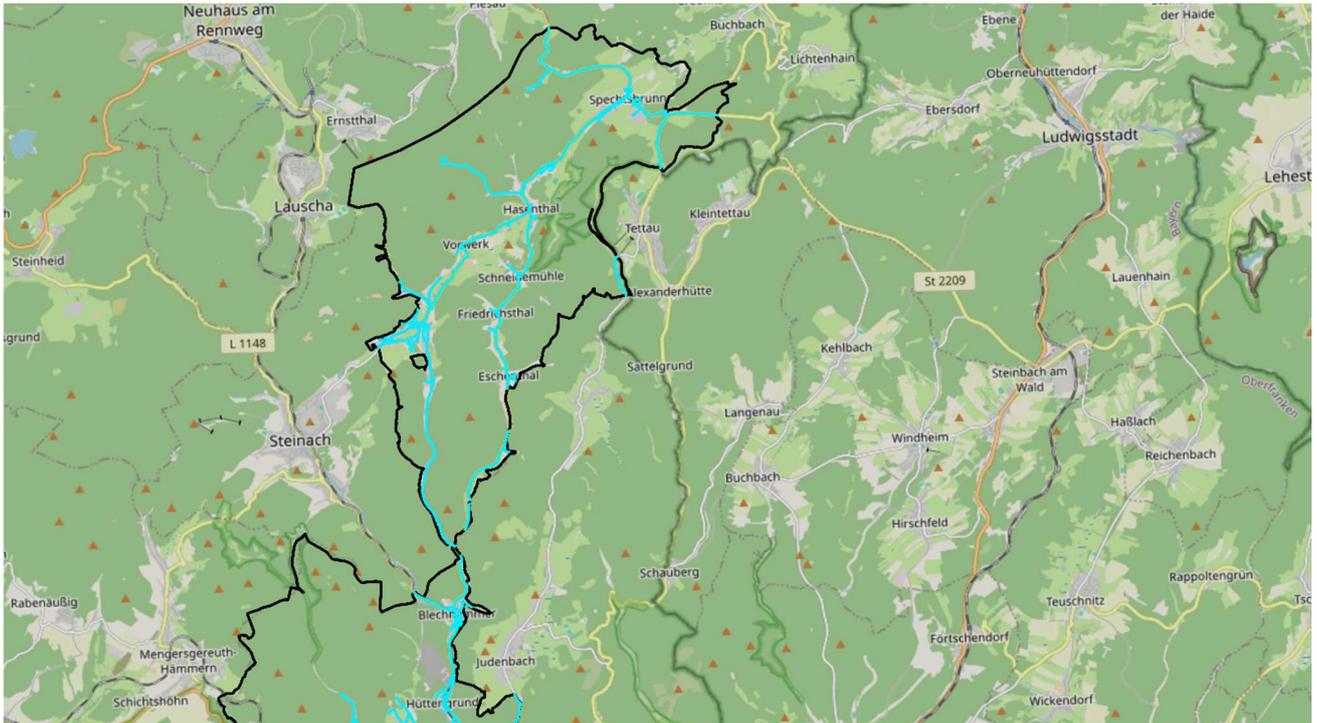


Abbildung 28: Straßenvektoren Strom und Gas TEN

Hinweis:

Für diesen Abschnitt liegen zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht sämtliche Daten vor. Die fehlenden Informationen werden nachgereicht, sobald sie vorliegen.

3.3.9 Solarthermie- und Photovoltaikanlagen

Im Stadtgebiet Sonneberg sind Photovoltaik- und Solarthermieanlagen vorhanden. Die folgenden Informationen zu den PV-Anlagen stammen aus dem Energieatlas Thüringen. Photovoltaikanlagen (PV) sind sowohl auf privaten Wohngebäuden als auch auf gewerblichen und öffentlichen Dachflächen installiert. Sie dienen der dezentralen Stromerzeugung, leisten jedoch keinen direkten Beitrag zur Wärmebereitstellung.

Der Großteil der im Stadtgebiet registrierten PV-Anlagen (14 Anlagen) speist den erzeugten Strom vollständig in das öffentliche Netz ein (Volleinspeisung). Weitere acht Anlagen sind als Teileinspeisungsanlagen ausgelegt, bei denen ein Teil des erzeugten Stroms selbst verbraucht und der Überschuss eingespeist wird.

Insgesamt ergibt sich aus allen erfassten Photovoltaikanlagen eine installierte Bruttoleistung von 6.078,44 kWp. Diese Anlagen tragen zur lokalen Stromproduktion aus erneuerbaren Energien bei, jedoch bislang nur indirekt zur Wärmewende, etwa in Kombination mit Wärmepumpen oder anderen strombasierten Heizsystemen.

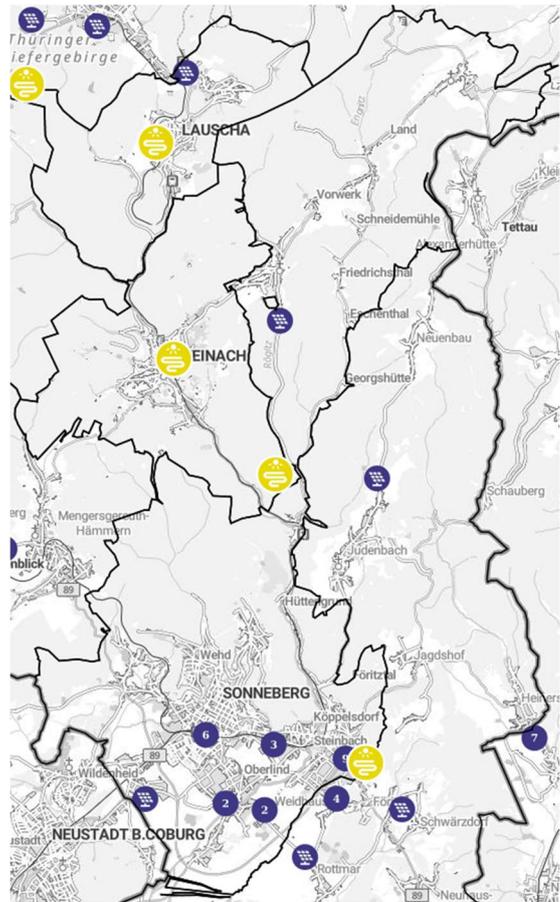


Abbildung 29: Solar- und Photovoltaikanlagen

Zusätzlich existiert eine weitere PV-Freiflächenanlage, die nicht im Energieatlas Thüringen verzeichnet ist: der PV-Park Sonneberg (vgl. Abbildung 30). Dieser befindet sich in der Friedrich-Engels-Straße / Langer Weg im Ortsteil Oberlind. Der Solarpark verfügt über eine Gesamtleistung von 7 MW und wurde durch das Planungsbüro BEC-Energie Consult GmbH konzipiert. Die Inbetriebnahme erfolgte im Jahr 2024.



Abbildung 30: PV-Park Sonneberg

3.4 Energiebilanz

Wie im WPG vorgesehen beschränkt sich die Energiebilanz der KWP im Folgenden auf die Energieträger, welche in der Stadt Sonneberg zur Wärmeerzeugung genutzt werden.

Außerdem werden in die Bilanz jene Stromverbräuche einbezogen, welche für den Betrieb von Wärmepumpen oder strombetriebenen Direktheizungen benötigt werden.

Für Gebäude, bei denen keine realen Verbrauchsdaten vorliegen, wurde der Wärmebedarf mithilfe der Software ENEKA ermittelt. ENEKA arbeitet mit modellbasierten Verfahren und bezieht dabei verschiedene gebäudespezifische Parameter wie Nutzung, Baualtersklasse, Gebäudetyp und Fläche ein, um den spezifischen Wärmebedarf (einschließlich Heizenergie und Warmwasser) zu berechnen. Auf diese Weise können auch ohne leitungsgebundene Verbrauchsdaten oder gebäudescharfe Informationen differenzierte und präzise Bedarfs- werte für jedes einzelne Gebäude ausgewiesen werden.

3.4.1 Bedarfswerte Wärme

Die Ermittlung des Wärmebedarfs in der Kommune Sonneberg basiert auf modellierten Werten aus dem ENEKA-Datensatz. Diese Daten enthalten den rechnerisch ermittelten Bedarf an Heizwärme und Warmwasser auf Grundlage von Gebäudetypologien, Baualtersklassen und standardisierten Klimadaten. Eine eigenständige Neuberechnung war daher nicht erforderlich. Lediglich die Zuordnung öffentlicher Gebäude wurde in Abstimmung mit der Stadtverwaltung präzisiert.



Abbildung 31: Wärmebedarf (Nutzenergie)

Die Wärmebedarfe lassen sich den folgenden Gebäudekategorien zuordnen (vgl. Abbildung 32 und Tabelle 2):

Biskosektor	Wärmebedarf
Private Haushalte	261 GWh
GHD/Sonstige	101,6 GWh
Industrie	30,1 GWh
Kommunale Einrichtungen	11,8 GWh

Tabelle 2: Wärmebedarfe nach Biskosektoren



Abbildung 32: Aufteilung des Wärmebedarfes (Nutzenergie) auf die Energieträger zur Wärmeversorgung

Abbildung 33 veranschaulicht den Wärmebedarf von Sonneberg aufgeteilt auf die Energieträger. Der größte Teil, mit circa 85 %, wird durch Erdgas bereitgestellt (341,7 GWh). Die

Fernwärmeleitungen (Fernwärme KWK fossil 90 °C) der Licht- und Kraftwerke Sonneberg GmbH (likra), welche ebenfalls mit Gas betrieben werden, stellten 6 % des Wärmebedarfs bereit (24,2 GWh). Die übrigen 9 % des Wärmebedarfs werden durch Heizöl (19 GWh), Heizstrom (12,3 GWh), Holzpellets (5,9 GWh) und weiteres bereitgestellt.

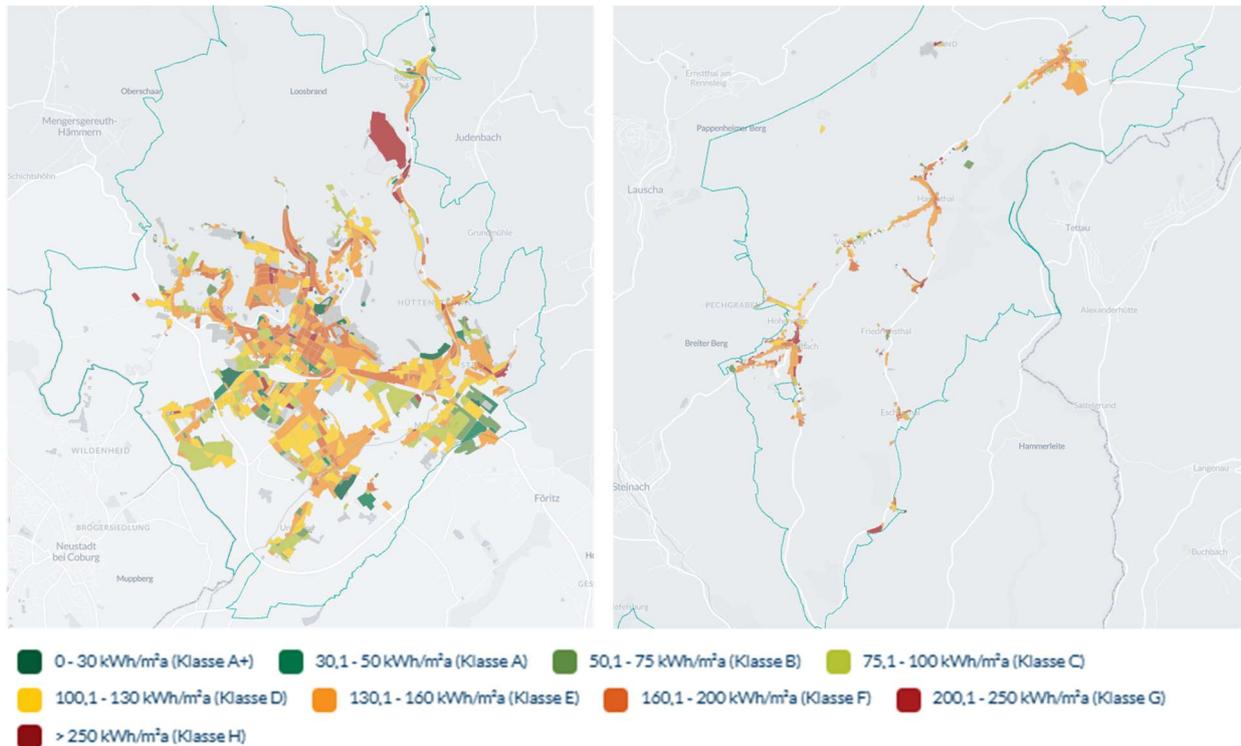


Abbildung 33: Wärmebedarf (Nutzenergie) pro m² Gebäudenutzfläche

3.4.2 Verbrauchswerte Wärme

Für die Analyse des tatsächlichen Wärmeverbrauchs wurden die konkreten Verbrauchsdaten der Licht- und Kraftwerke Sonneberg GmbH (likra) für das Stadtgebiet herangezogen. Diese umfassen die jährlich gemessenen Wärmemengen aus den bestehenden Fernwärmenetzen sowie Erdgasverbräuche im Stadtgebiet. Wo keine spezifischen Verbrauchsdaten vorlagen, wie z.B. außerhalb des Stadtgebiets, wurden zusätzliche Werte aus dem ENEKA-Datensatz berücksichtigt.

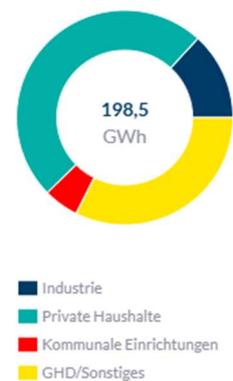


Abbildung 34: Wärmeverbräuche (gemessen)

Die Wärmeverbräuche lassen sich den folgenden Gebäudekategorien zuordnen (vgl. Abbildung 34):

Biskosektor	Wärmeverbrauch
Private Haushalte	97,3 GWh
GHD/Sonstige	62,2 GWh
Industrie	26,2 GWh
Kommunale Einrichtungen	10,3 GWh

Tabelle 3: Wärmeverbräuche (gemessen) nach Biskosektor

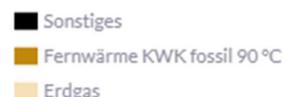


Abbildung 35 veranschaulicht den Wärmeverbrauch von Sonneberg aufgeteilt auf die Energieträger. Der größte Teil, mit circa 92 %, wird durch Erdgas bereitgestellt (178,7 GWh). Die Fernwärmeleitungen (Fernwärme KWK fossil 90 °C) stellten 8 % des Wärmebedarfs bereit (17 GWh).

Abbildung 35: Aufteilung des Wärmeverbrauchs (gemessen) auf die Energieträger zur Wärmeversorgung

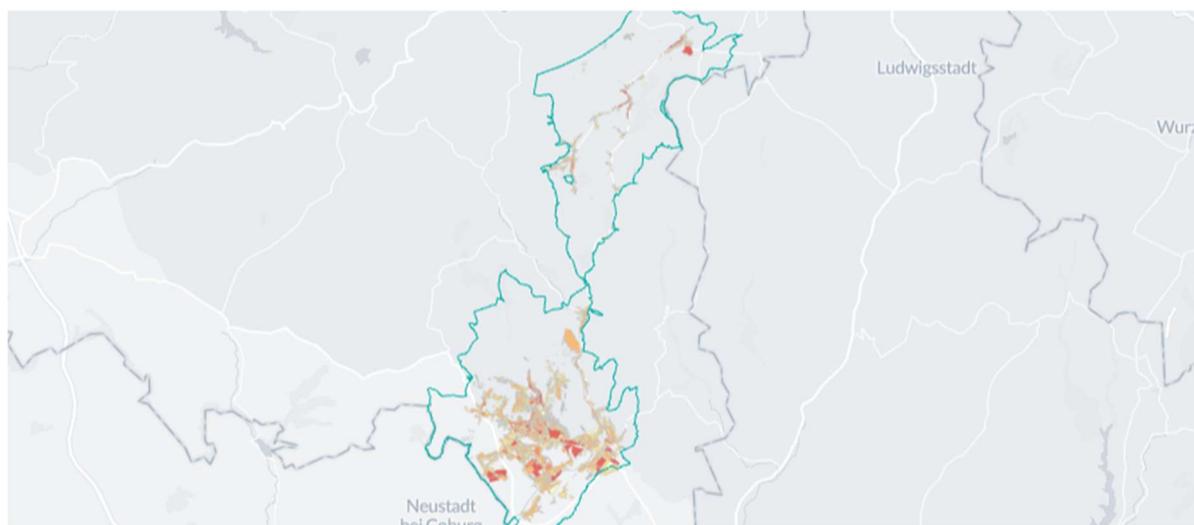


Abbildung 36: Wärmeverbrauch (gemischt)

3.4.3 Endenergie Wärme

Im Rahmen des kommunalen Wärmeplans wurde der jährliche Endenergieverbrauch für Wärme im Stadtgebiet Sonneberg systematisch erfasst und ausgewertet. Die Erhebung berücksichtigt die Sektoren private Haushalte, GHD/Sonstige (Gewerbe, Handel und Dienstleistungen), Industrie sowie kommunale Liegenschaften.

Der gesamte Endenergieverbrauch für Wärme in Sonneberg beträgt jährlich etwa 199 GWh. Dabei fällt der größte Anteil auf private Haushalte mit 49,2 % (97,9 GWh) dicht gefolgt vom Sektor GHD/Sonstige mit 32,4 % (64,4 GWh). Einen deutlich kleiner Anteil macht die Industrie mit 13,2 % (26,3 GWh) aus und die kommunalen Liegenschaften mit 5,2 % (10,4 GWh).

Auch die Betrachtung je Energieträger zeigt ein differenziertes Bild: Der jährliche Energieverbrauch für Wärme fällt fast ausschließlich auf fossile Energieträger wie Erdgas oder die in Sonneberg bestehenden Fernwärmenetze, welche ebenfalls mit Gas betrieben werden. 181,7 GWh des Wärmeverbrauchs werden durch Erdgas bereitgestellt und 17 GWh durch die Fernwärmeleitung. Lediglich 300 MWh fallen auf sonstige Energieträger wie grüner Strom, Holz oder ähnliches.

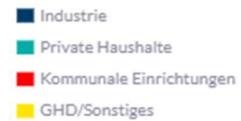
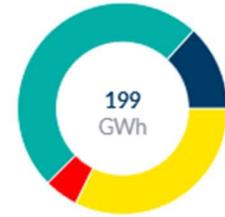


Abbildung 37: Gesamt Energieverbrauch (gemessen)

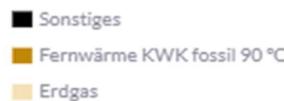


Abbildung 39: Wärmeverbrauch nach Versorgungsart



Abbildung 38: Energieverbrauch nach Energietyp

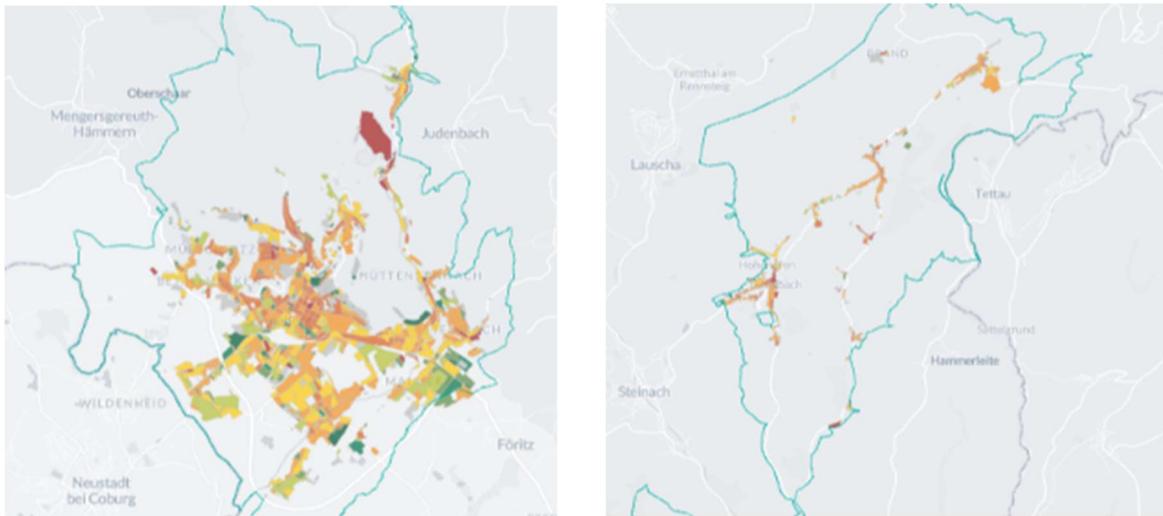
3.5 Kennzahlen zur Energienutzung im Bereich Wärme

3.5.1 Wärmedichtekarten

Die Wärmedichtekarten für die Stadt Sonneberg stellen den jährlichen Wärmebedarf in Kilowattstunden pro Quadratmeter (kWh/m²) dar und sind baublockbezogen aufbereitet. Grundlage der Berechnung sind vorliegende modellierte Wärmebedarfswerte, die aus Gebäudetypologien, Baualtersklassen und Nutzflächen abgeleitet wurden. Diese Werte wurden den Baublöcken räumlich zugeordnet und kartografisch visualisiert, sodass Gebiete mit hoher und niedriger Wärmedichte klar erkennbar sind.

Darüber hinaus wurden für das Stadtgebiet reale Verbrauchsdaten integriert, die von der Licht- und Kraftwerke Sonneberg GmbH (likra) zur Verfügung gestellt wurden. Dazu zählen sowohl die tatsächlichen Gasverbräuche aus dem bestehenden Gasnetz als auch die gemessenen Wärmelieferungen aus den vorhandenen Wärmenetzen. Diese realen Verbrauchswerte wurden den entsprechenden Baublöcken oder Liegenschaften zugeordnet und fließen direkt in die Berechnung der Wärmedichte ein. Auf diese Weise wird eine möglichst präzise Abbildung der aktuellen Wärmeversorgungssituation im Stadtgebiet erreicht.

Darüber hinaus wurde die Darstellung um nicht leitungsgebundene Energieträger ergänzt. Hierbei wurden für Heizöl, Flüssiggas und feste Biomasse (z. B. Holz/Pellets) statistische Verbrauchsschätzungen auf Basis von Gebäudetypologien und Baualtersklassen herangezogen und den entsprechenden Baublöcken zugeordnet. Diese Ergänzung ermöglicht eine umfassende Abbildung der gesamten Wärmeversorgung, unabhängig vom leitungsgebundenen Gasnetz.



Wärmebedarf - Nutzenergie pro m² Gebäude nutzfläche

0 - 20 kWh/m ² a (Klasse A+)	20,1 - 50 kWh/m ² a (Klasse A)	50,1 - 75 kWh/m ² a (Klasse B)	75,1 - 100 kWh/m ² a (Klasse C)	100,1 - 130 kWh/m ² a (Klasse D)
130,1 - 160 kWh/m ² a (Klasse E)	160,1 - 200 kWh/m ² a (Klasse F)	200,1 - 250 kWh/m ² a (Klasse G)	> 250 kWh/m ² a (Klasse H)	

Abbildung 40: Wärmedichtekarte Sonneberg

3.5.2 Wärmelinien dichtekarten

Die Wärmelinien dichtekarten (vgl. Abbildung 41) zeigen den Wärmebedarf in Kilowattstunden pro Meter und Jahr (kWh/m/a) auf Ebene einzelner Straßenabschnitte. Sie dienen der Analyse der Wärmebedarfsverteilung entlang möglicher Leitungstrassen und sind eine wichtige Grundlage für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen. Die Berechnung basiert auf den vorhandenen modellierten Bedarfswerten, die zusätzlich durch die realen Gas- und Wärmenetzverbrauchsdaten der Licht- und Kraftwerke Sonneberg GmbH (likra) ergänzt und plausibilisiert wurden. Die Karte ermöglicht eine gezielte Identifikation von Potenzial für eine leitungsgebundene Versorgung.

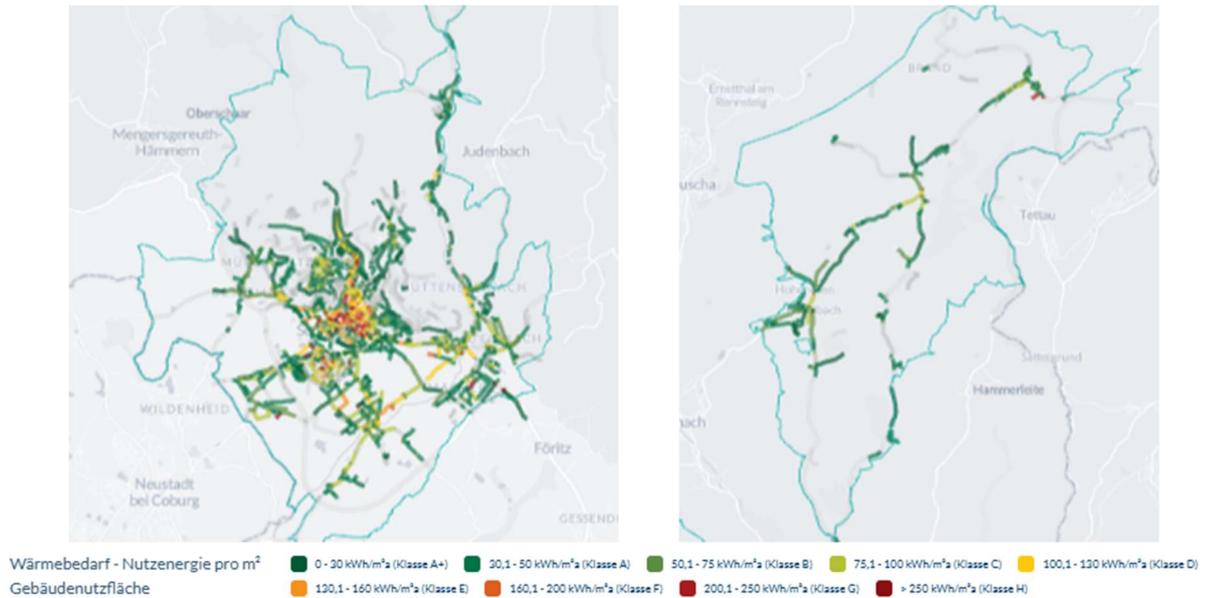


Abbildung 41: Wärmelinien dichtekarte

3.5.3 Identifikation potenzieller Großverbraucher

Für die Kommunale Wärmeplanung soll eine Standortbezogene Darstellung potenzieller Großverbraucher von Wärme und Gas erstellt werden. Als Großverbrauch wurde hier ein Mindestwärmeverbrauch von 2,5 GWh angesetzt.

Firmenname	Standort	Adresse
Schumacher Packaging GmbH	Gewerbegebiet „An der Müß“	An der Lehmgrube 11
toom Baumarkt Sonneberg	Gewerbegebiet „An der Müß“	Neustadter Straße 199
MVZ Sonneberg	Wolkenrasen	Neustadter Straße 61
Elektrokeramik Sonneberg GmbH	Gewerbegebiet Malmerz	Werkringstraße 11
Privatbrauerei Gessner GmbH&Co. KG	Gewerbegebiet Malmerz	Am Lindenbach 27

Tabelle 4: Liste potenzieller Großverbraucher



Abbildung 42: Standort potenzieller Großverbraucher

3.6 THG-Emissionen im Bereich Wärme

Die Analyse der Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Wärme basiert auf dem jährlichen Endenergieverbrauch der unterschiedlichen Energieträger. Dabei wurden sowohl leitungsgebundene Energieträger wie Erdgas und Fernwärme als auch nicht leitungsgebundene Brennstoffe wie Heizöl, Flüssiggas und feste Biomasse berücksichtigt.

Für jeden Energieträger wurde der gemeldete oder modellierte jährliche Endenergieverbrauch erfasst und mit spezifischen Emissionsfaktoren (in kg CO₂-Äquivalent pro kWh, siehe Anhang 1) multipliziert, um die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen zu berechnen. Bei leitungsgebundenen Energieträgern konnten dabei reale Verbrauchsdaten aus dem Gasnetz und den Wärmenetzen genutzt werden, die von der Licht- und Kraftwerke Sonneberg GmbH (likra) zur Verfügung gestellt wurden. Diese Daten ermöglichen eine präzise und ortsscharfe Ermittlung der Emissionen.

Abbildung 43 gibt einen Überblick über die CO₂-Emissionen abhängig vom Sektor pro Jahr. Hierbei ist zu erkennen, dass die Privaten Haushalte mit Abstand den größten Anteil von 64 % einnehmen.

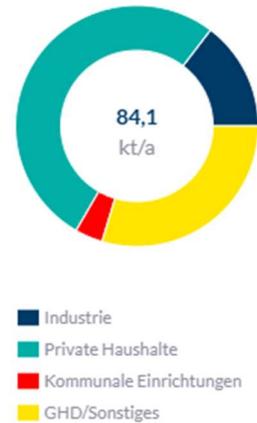


Abbildung 43: Anteil der CO₂-Emissionen nach Sektoren

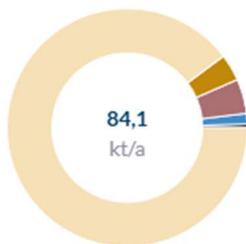


Abbildung 45: CO₂-Emissionen nach Energieträgern

In Abbildung 45 sind die Emissionen abhängig von den Energieträgern dargestellt. Erdgas ist der dominierende Energieträger in Sonneberg und verursacht mit 96 kt/a den größten Anteil an CO₂-Emissionen.

In Abbildung 44 werden die gesamten CO₂-Emissionen pro Einwohner nach Biskosektoren dargestellt. Diese liegen jährlich bei 371,4 Tonnen pro Einwohner, wobei die Industrie dabei 90 % ausmacht.



Abbildung 44: CO₂-Emissionen nach Biskosektoren pro Einwohnenden

3.7 Fazit Bestandsanalyse

Die Bestandsanalyse verdeutlicht, Sonneberg ist durch eine dichte Wärmeinfrastruktur, einen hohen Anteil erdgasbasierter Wärmeversorgung und eine überwiegend ältere Gebäudestruktur geprägt. Der Wärmebedarf wird zu rund 85 % durch Erdgas gedeckt, während die beiden bestehenden Fernwärmenetze einen Anteil von etwa 6 % beitragen. Die Analyse zeigt zudem ein erhebliches Potenzial zur energetischen Sanierung, insbesondere bei Gebäuden aus der Zeit vor der Wärmeschutzverordnung von 1977. Die ermittelten Kennzahlen und Emissionen unterstreichen den Handlungsbedarf und liefern eine fundierte Basis für die Entwicklung einer zukunftsorientierten Wärmewendestrategie.

4. Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse untersucht systematisch bestehende Strukturen, Ressourcen und Rahmenbedingungen und zeigt die vorhandenen Entwicklungsmöglichkeiten auf. Dabei werden Stärken, Schwächen sowie Chancen identifiziert, um sinnvolle Maßnahmen für eine nachhaltige Wärmeversorgung ableiten zu können. Die Analyse liefert somit eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die weitere Planung und Umsetzung.

4.1 Energieeinsparung

Die Reduktion des Energieverbrauchs stellt ein zentrales Handlungsfeld der kommunalen Wärmeplanung dar. Neben der Integration erneuerbarer Energien ist insbesondere die Senkung des Wärmebedarfs durch Effizienzmaßnahmen ein entscheidender Faktor zur Erreichung der Klimaziele und zur Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern. Im Folgenden werden die Potenziale zur Energieeinsparung im Gebäudesektor analysiert und bewertet. Dabei werden räumlich differenzierte Potenziale ermittelt, Sanierungsraten und -tiefen berücksichtigt sowie zeitlich gestaffelte Entwicklungspfade für die Jahre 2030, 2035, 2040 und 2045 aufgezeigt.

Wärmebedarfsreduktion in Gebäuden

Ein bedeutendes Einsparpotenzial für die Wärmeversorgung in Sonneberg ergibt sich aus der energetischen Sanierung des Gebäudebestands. Besonders ältere Gebäude, die vor der Einführung der Wärmeschutzverordnung 1977 errichtet wurden, weisen häufig Defizite in der Dämmung sowie veraltete Fenster- und Türsysteme auf, wodurch erhebliche Wärmeverluste entstehen. Dies betrifft in Sonneberg einen hohen Anteil des Bestandes, da knapp die Hälfte der Gebäude vor 1977 erbaut wurde. Insbesondere die großen Baualtersgruppen aus den Jahren 1919–1948 sowie 1979–1983 prägen den Gebäudebestand und stehen für ein hohes Sanierungspotenzial.

Sanierungsmaßnahmen, die sowohl die Gebäudehülle als auch die Anlagentechnik einbeziehen, bieten hier die größten Hebel zur Reduzierung des Energieverbrauchs. Untersuchungen zeigen, dass durch die Verbesserung der Gebäudehülle bereits deutliche Einsparungen beim Heizenergiebedarf erzielt werden können. Ergänzend dazu kann auch der Austausch veralteter Heizsysteme den Energieverbrauch sowie die laufenden Betriebskosten spürbar senken und gleichzeitig die CO₂-Emissionen verringern.

Die Siedlungsstruktur in Sonneberg verdeutlicht die unterschiedlichen Herausforderungen: Während im dicht bebauten Innenstadtbereich zahlreiche ältere Wohngebäude mit hohem energetischen Sanierungsbedarf stehen, dominieren in den Randlagen Ein- und Zweifamilienhäuser mit eher geringer Bebauungsdichte. In den Gewerbe- und Industriegebieten, die vor allem im Osten und Süden des Stadtgebiets zu finden sind, hängt der Wärmebedarf stark von der Nutzung ab – mit teilweise niedrigem Raumwärmebedarf bei Lagerflächen, aber erhöhtem Prozesswärmebedarf in produktionsintensiven Betrieben.

Für die Bewertung im Rahmen der Wärmeplanung werden die Gebäude in Sonneberg in Wohngebäude (WG) und Nichtwohngebäude (NWG) untergliedert. Die Wohngebäude umfassen Einfamilienhäuser (WG-EFH) und Mehrfamilienhäuser (WG-MFH), während die Nichtwohngebäude in Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungsgebäude (NWG-GHD) sowie industriell genutzte Gebäude (NWG-IND) differenziert werden. Diese Kategorisierung ermöglicht eine gezielte Analyse der Sanierungspotenziale in den unterschiedlichen Gebäudesegmenten.

Der Wärmebedarf der Gebäude in Sonneberg wird je nach Nutzung in Raumwärme, Warmwasserbereitung und – im Falle industrieller Anlagen – zusätzlich in Prozesswärme untergliedert. Für Industriegebäude spielt der Anteil der Prozesswärme eine zentrale Rolle, während der Bedarf für Heizung und Trinkwarmwasser vergleichsweise gering.

Zur Ermittlung des Sanierungspotenzials wird der spezifische Energieverbrauch nach Baualtersklassen differenziert betrachtet. Als Orientierungswerte dienen hierbei die im Leitfaden zur Kommunalen Wärmeplanung veröffentlichten Kennzahlen (KWW) sowie die Angaben aus dem zugehörigen Technikkatalog. Auf Grundlage der vorliegenden Daten und unter Berücksichtigung definierter Toleranzbereiche lässt sich für die einzelnen Gebäude das Einsparpotenzial ableiten und der verbleibende Energieverbrauch nach einer Sanierung bestimmen.

Vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung in Sonneberg, die seit den 1990er-Jahren von einem kontinuierlichen Bevölkerungsrückgang geprägt ist, erscheint es realistisch, die energetische Sanierungstätigkeit konservativ einzuschätzen. Sinkende Einwohnerzahlen und eine alternde Eigentümerstruktur deuten darauf hin, dass die Sanierungsrate in Sonneberg tendenziell niedriger anzusetzen ist. Aus diesem Grund wird für die weitere Potenzialbetrachtung eine niedrigere jährliche Reduktion der unterschiedlichen Baualtersklassen angenommen. Das ambitionierte Klimaschutzszenario mit steigenden jährlichen Sanierungsraten bis auf 2,8 % wird in diesem Bericht nicht berücksichtigt.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die spezifischen Nutzenergieverbräuche für Sonneberg, differenziert nach Gebäudetyp und Baualtersklasse. Für die einzelnen Sektoren werden die Werte bis zum Zieljahr 2045 in Fünfjahresschritten dargestellt, sodass sowohl der aktuelle Wärmebedarf als auch die zu erwartenden Verbrauchsreduktionen nachvollziehbar werden.

Nichtwohngebäude GHD-Sektor (NWG-GHD)							
Baualter-klasse	Anzahl der un- & teilsanierten Gebäude	Mittlere jährliche Reduktion	Spezifischer Nutzenergieverbrauch [kWh/(m ² *a)]				
			2025 (Basisjahr)	2030	2035	2040	2045
bis 1978	769	-0,7 %	133,7	129,0	124,5	120,1	115,9
bis 2009	504	-0,6 %	103,7	100,6	97,6	94,6	91,8
ab 2010	20	-0,2 %	51,4	50,9	50,4	49,9	49,4

Tabelle 5: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualterklassen im GHD-Sektor in Anlehnung an Technikkatalog (Langreder et al. 2024)

Nichtwohngebäude Industrie-Sektor (NWG-IND)							
Baualter-klasse	Anzahl der un- & teilsanierten Gebäude	Mittlere jährliche Reduktion	Spezifischer Nutzenergieverbrauch [kWh/(m ² *a)]				
			2025 (Basisjahr)	2030	2035	2040	2045
bis 1978	103	-1,8 %	177,2	161,3	146,7	133,5	121,5
bis 2009	229	-1,6 %	121,2	111,5	102,6	94,4	86,8
ab 2010	6	-0,2 %	79,7	78,9	78,1	77,3	76,6

Tabelle 6: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualterklassen im Industrie-Sektor in Anlehnung an Technikkatalog (Langreder et al. 2024)

Wohngebäude Einfamilienhaus-Sektor (WG-EFH)							
Baualter-klasse	Anzahl der un- & teilsanierten Gebäude	Mittlere jährliche Reduktion	Spezifischer Nutzenergieverbrauch [kWh/(m ² *a)]				
			2025 (Basisjahr)	2030	2035	2040	2045
bis 1918	3	-1,3%	99,5	93,2	87,3	81,7	76,5
1919-1948	912	-2,0%	196,2	176,3	158,5	142,4	128,0
1949-1978	1.289	-1,3%	200	186,9	174,7	163,2	152,6
1979-1994	399	-1,9%	138,2	125,1	113,2	102,5	92,7
ab 1995	920	-0,4%	124,8	122,6	120,5	118,4	116,3

Tabelle 7: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualterklassen im Einfamilienhaus-Sektor in Anlehnung an Technikkatalog (Langreder et al. 2024)

Wohngebäude Mehrfamilienhaus-Sektor (WG-MFH)							
Baualter-klasse	Anzahl der un- & teilsanierten Gebäude	Mittlere jährliche Reduktion	Spezifischer Nutzenergieverbrauch [kWh/(m ² *a)]				
			2025 (Basisjahr)	2030	2035	2040	2045
bis 1918	24	-1,1%	110,7	104,6	98,9	93,4	88,3
1919-1948	636	-1,9%	206,8	187,2	169,4	153,3	138,7
1949-1978	508	-1,1%	177,0	167,3	158,1	149,4	141,2
1979-1994	84	-1,8%	104,1	94,7	86,2	78,4	71,4
ab 1995	215	-0,8%	101,1	97,1	93,2	89,4	85,9

Tabelle 8: Spezifischer Energieverbrauch nach Baualterklassen im Mehrfamilienhaus-Sektor in Anlehnung an Technikkatalog (Langreder et al. 2024)

In nachfolgender Abbildung ist die Entwicklung des Wärmebedarfs in Sonneberg im Zeitraum 2025 bis 2045 dargestellt. Grundlage sind die mittleren jährlichen Reduktionsraten des spezifischen Nutzenergieverbrauchs, wie sie in den vorangegangenen Tabellen für die einzelnen Baualterklassen ausgewiesen sind. Diese wurden auf die jeweiligen Gebäudeflächen angewendet und anschließend zu sektoralen Wärmebedarfen aggregiert.

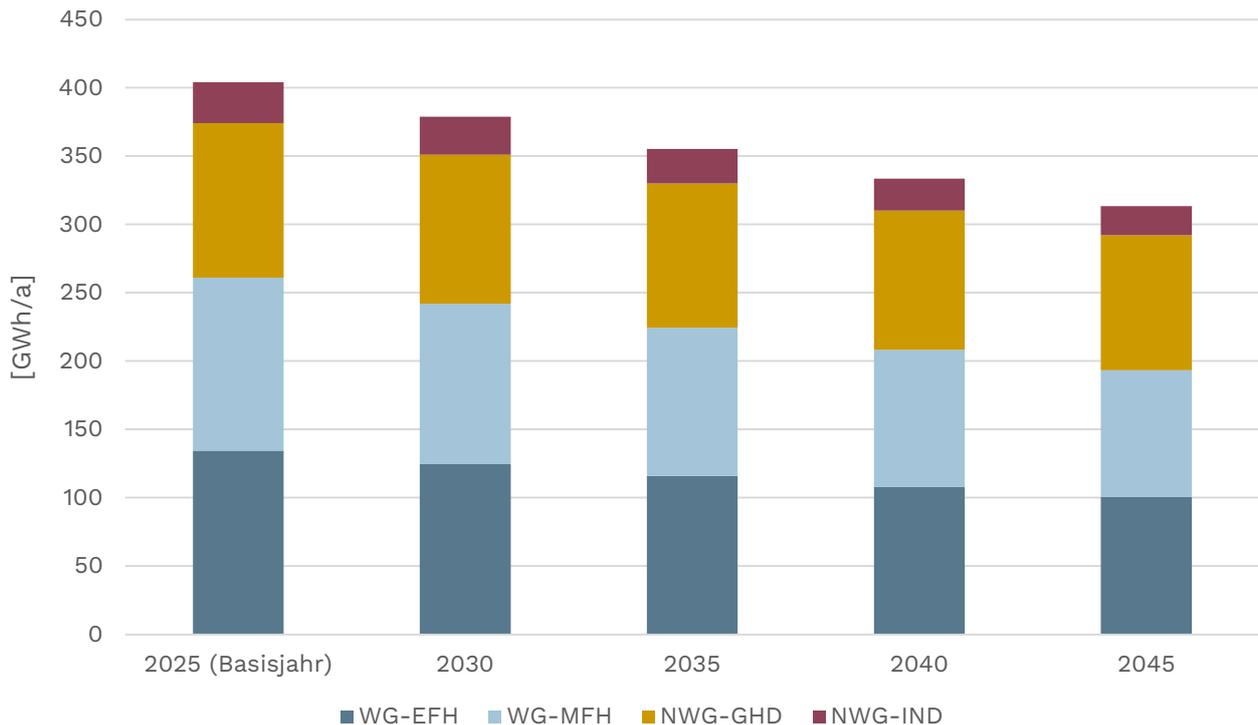


Abbildung 46: Entwicklung des Wärmebedarfs im Vergleich zum Basisjahr 2025

Im Vergleich zum Basisjahr 2025 mit einem Gesamtwärmebedarf von rund 405 GWh/a sinkt der Bedarf bis 2035 auf etwa 355 GWh/a. Dies entspricht einer Einsparung von rund 50 GWh/a beziehungsweise knapp 12 % des Ausgangswerts. Bis 2045 reduziert sich der Wärmebedarf weiter auf rund 314 GWh/a, womit eine Gesamtreduktion von etwa 91 GWh/a erreicht wird. Dies entspricht einer Minderung um rund 22 % gegenüber dem Basisjahr.

Die stärksten relativen Einsparungen entfallen auf die Wohngebäude, insbesondere auf die Ein- und Zweifamilienhäuser (WG-EFH), deren Wärmebedarf von 134 GWh/a im Basisjahr auf rund 101 GWh/a im Jahr 2045 sinkt. Auch die Mehrfamilienhäuser (WG-MFH) tragen erheblich zur Reduktion bei (–34 GWh/a). Im Nichtwohngebäudebereich sind die absoluten Rückgänge geringer, da insbesondere im GHD-Sektor (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen) und in der Industrie ein stabiler Grundbedarf bestehen bleibt. Insgesamt verdeutlicht die Abbildung, dass die energetische Sanierung des Gebäudebestands in Sonneberg ein zentrales Handlungsfeld darstellt, um die zukünftigen Wärmebedarfe spürbar zu reduzieren.

4.2 Flächenscreening

Als Teil des Potenzialanalyse wird des Weiteren ein Flächenscreening durchgeführt, das die Grundlage für die weitere Planung bildet. Dabei werden Flächen identifiziert, auf denen bestimmte Technologien aufgrund rechtlicher oder naturschutzfachlicher Vorgaben nicht umsetzbar sind z.B. in Naturschutzgebieten, Wasserschutzgebieten, Heilquellengebieten oder Überschwemmungsflächen.

4.2.1 Wasserschutzgebiete und Heilquellenschutzgebiete

Im Landkreis Sonneberg stellen die Wasserschutzgebiete Hallgrund Mürschnitz und zentrale Schutzgebiete dar, welche der direkten Trinkwasserversorgung dienen und daher strengen Schutzvorschriften und Nutzungsbeschränkungen unterliegen. Die Zuständigkeit für die Überwachung und Regelung dieser Flächen liegt bei der unteren Wasserbehörde des Landkreises Sonneberg, die durch Allgemeinverfügungen die Nutzung steuert und regelmäßig Kontrollen durchführt, um die Wasserqualität dauerhaft zu sichern. Innerhalb der Kommune Sonneberg berührt das Wasserschutzgebiet Hallgrund Mürschnitz (vgl. Abb. 27) das Stadtgebiet selbst nur leicht im Nordwesten bei Hallgrund, während der weitere Wasserschutzbereich (vgl. Abb. 28) im Ortsteil Spechtsbrunn, insbesondere westlich davon liegt.



Abbildung 48: Wasserschutzgebiet Arnsbachtal Creunitz

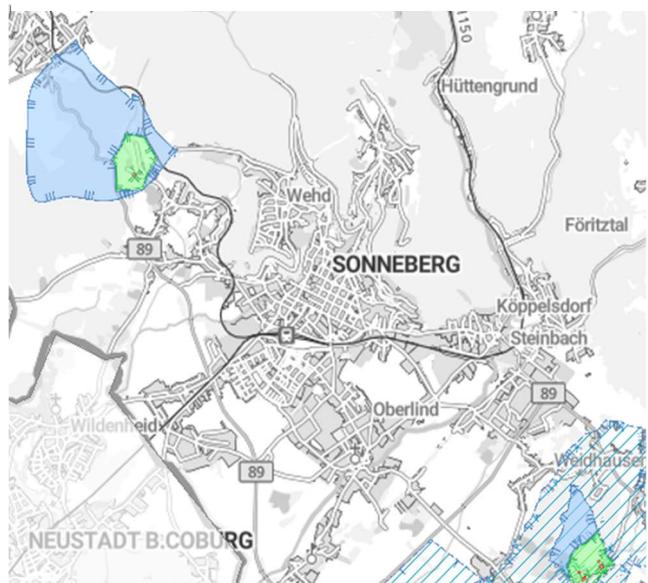


Abbildung 47: Wasserschutzgebiet Hallgrund Mürschnitz

4.2.2 Naturschutzgebiete

In der Kommune Sonneberg liegen mehrere Naturschutzgebiete, die aufgrund ihrer ökologischen und geomorphologischen Bedeutung unter Schutz stehen. Das Naturschutzgebiet "Pfmersgrund" (Nr. 252, 112,6 ha Fläche) befindet sich im Norden der Kommune südlich von Spechtsbrunn und Östlich von Hasenthal. In diesem Gebiet ist Biotopschutz und/oder Artenschutz das wesentlich Ziel. „Haselbach“ (Nr. 122, Größe 19 ha) befindet sich etwa 0,5 km

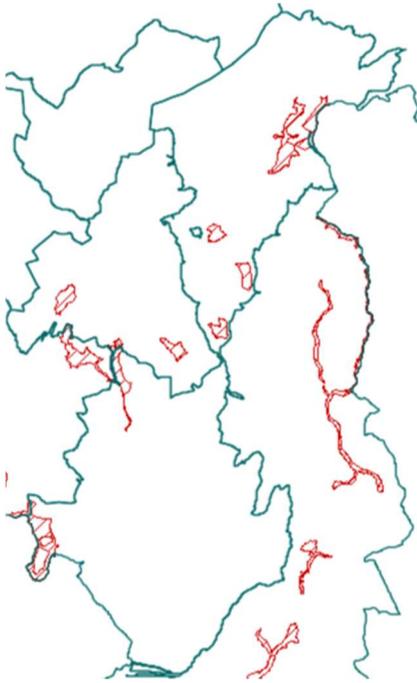


Abbildung 49: Naturschutzgebiete Sonneberg

südöstlich des Ortsteils Haselbach und umfasst eine Hangmulde am Nordhang des „Heroldstiegels“, einem tief eingeschnittenen Kerbtal. Es zeichnet sich durch vielfältige Laubmischwälder aus, darunter Eschen-Ahorn-Schlucht- und Buchenwälder, und dient als Beispiel für aktive Tiefenerosion. Das Gebiet Georgshütte (Nr. 124, 25,1 ha) erstreckt sich südwestlich von Eschenthal. Dieses Gebiet steht unter Naturschutz. "Kleiner Först" (Nr. 125, 22,9 ha) steht ebenfalls unter Naturschutz und erstreckt sich nordwestlich von Steinach. Das Gebiet Röthengrund (Nr. 351, Größe 114,2 ha) dient der Erhaltung naturnaher Mittelgebirgslebensräume, Sicherung von bedrohten Pflanzen- und Tierarten sowie ihrer Pflanzengesellschaften. Es liegt südlich von Steinach. Im Westen vom Stadtgebiet Sonnebergs liegt das Naturschutzgebiet "Mürschnitzer Sack" (Nr. 304, 93,9 ha).

Diese Naturschutzgebiete sind für die kommunale Wärmeplanung von großer Bedeutung, da sie aufgrund ihrer Schutzvorschriften erhebliche Einschränkungen für die Nutzung von Flächen mit sich bringen. Die Errichtung technischer Anlagen, wie Wärmenetze, Geothermie- oder Solarthermieanlagen, ist hier meist nur eingeschränkt oder gar nicht zulässig.

Eine frühzeitige Berücksichtigung dieser Schutzgebiete im Flächenscreening ist daher unerlässlich, um Konflikte mit Naturschutzbelangen zu vermeiden und eine nachhaltige sowie rechtssichere Wärmeinfrastruktur zu gewährleisten.

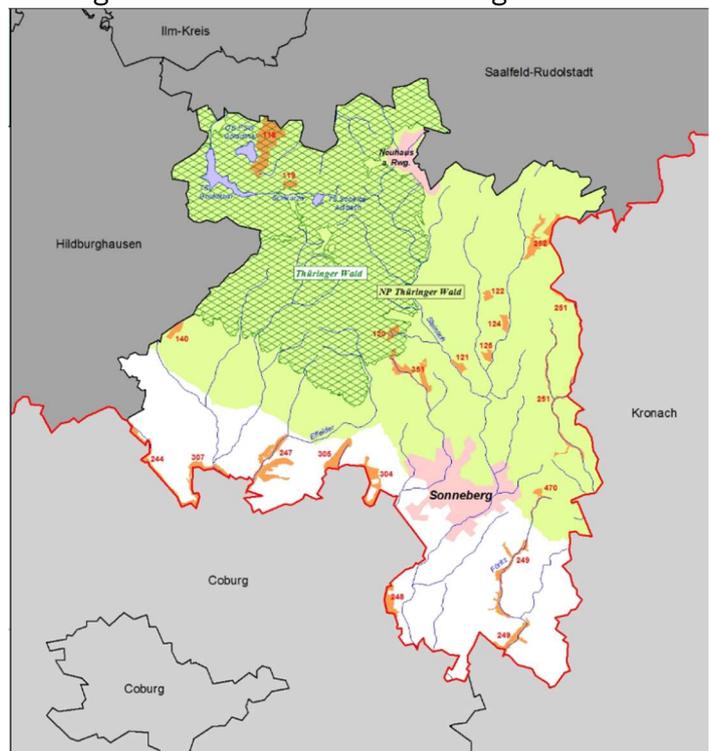


Abbildung 50: Naturschutzgebiete (Legende: Orange = Naturschutzgebiet (NSG), Dunkelgrün kariert = Landschaftsschutzgebiet (LSG), Hell Grün = Naturpark)

4.2.3 Naturdenkmale

In der Kommune Sonneberg befinden sich mehrere ausgewiesene Naturdenkmale, darunter der Alte Hihorl (Bergahorn) in Spechtsbrunn, die Buche im Berlagrund, die Bergulme in Hüttensteinach, die Eiche am Friedhof, die Linde bei der Schubertsruh, die Eiche unterhalb vom Krematorium, die Eiche beim Schlachthof, die Weide am Hallwasser in Bettelhecken, die Eichen im Friedhof Oberlind und der Park Unterlind. Diese Naturdenkmale sind durch besondere gesetzliche Schutzvorgaben geschützt und stellen wertvolle Bestandteile des lokalen Natur- und Kulturerbes dar. Für die kommunale Wärmeplanung ist die Berücksichtigung dieser Schutzobjekte essenziell, da sie Einschränkungen bei der Nutzung und Bebauung der betroffenen Flächen mit sich bringen können. Insbesondere bei der Planung von Wärmenetzen, Solar- oder Geothermieanlagen müssen diese Naturdenkmale frühzeitig identifiziert und in das Flächenscreening integriert werden, um Konflikte mit Naturschutzbelangen zu vermeiden und eine nachhaltige, umweltverträgliche Wärmeversorgung sicherzustellen.

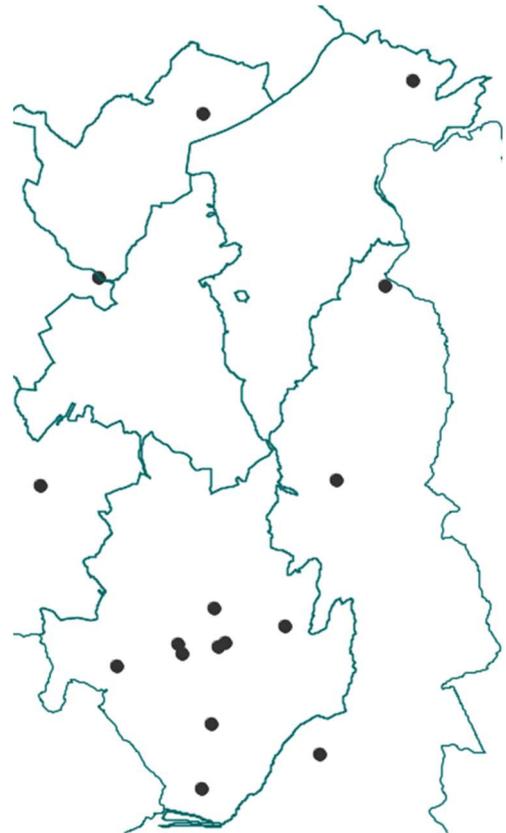


Abbildung 51: Naturdenkmale Sonneberg (Gemäß Text von Norden nach Süden)

4.2.4 Überschwemmungsgebiete

In der Kommune Sonneberg ist ein festgesetztes Überschwemmungsgebiet entlang des Flusses Steinach ausgewiesen. Dieses beginnt nördlich der Stadt im Bereich der Ortslage Hüttensteinach und zieht sich über mehrere Kilometer durch die südlichen Ortsteile, darunter Oberlind, Köppelsdorf und Neufang, bis an die Landesgrenze zu Bayern in Richtung Neustadt bei Coburg. Das betroffene Gebiet erstreckt sich beidseitig des Flusses und umfasst dabei sowohl bebaute Siedlungsbereiche als auch landwirtschaftlich genutzte Flächen. Die Ausweisung dient dem Schutz vor Hochwasserereignissen mit einem statistischen Wiederkehrintervall von 100 Jahren und hat insbesondere Auswirkungen auf Bauvorhaben, Planungen und Genehmigungsverfahren innerhalb des festgelegten Bereichs. Ziel ist es, den natürlichen Rückhalt zu erhalten, bestehende Risiken zu minimieren und vorsorgende Maßnahmen im Rahmen der kommunalen Planung zu unterstützen.

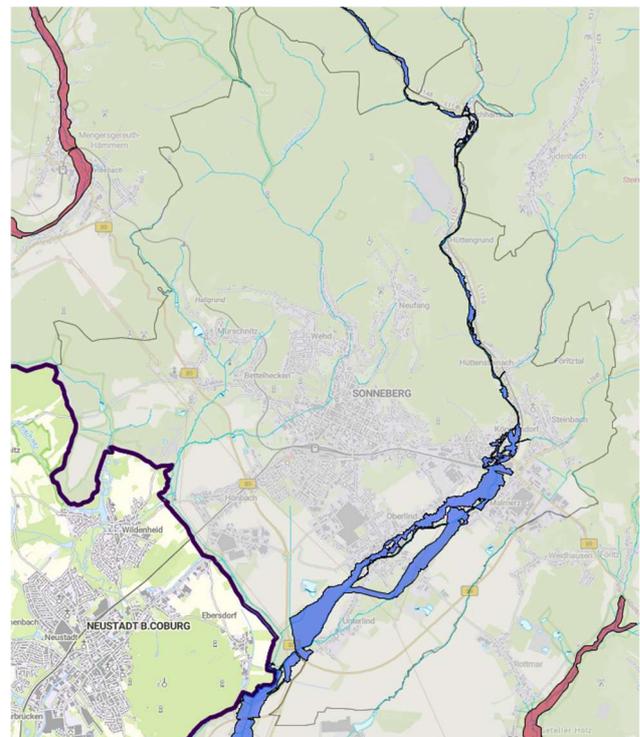


Abbildung 52: Überschwemmungsgebiet Sonneberg

4.2.5 Biodiversitätspläne und Naturschutzgroßprojekte

Ein Teil der Kommune Sonneberg liegt im Bereich des länderübergreifenden Naturschutzgroßprojekts „Grünes Band Rodachtal – Lange Berge – Steinachtal“. Das Projektgebiet erstreckt sich über Teile der Landkreise Sonneberg, Coburg, Kronach und Hildburghausen entlang des ehemaligen innerdeutschen Grenzstreifens. Es handelt sich um einen ökologisch hochwertigen Biotopverbund mit einer Kernfläche von rund 10.800 Hektar. Charakteristisch für das Gebiet sind vielfältige und naturschutzfachlich bedeutsame Lebensräume wie strukturreiche Gewässersysteme, naturnahe Wälder sowie artenreiche Offenlandflächen, darunter Halbtrockenrasen, Feuchtwiesen und Moore. Ziel des Projekts ist die Sicherung und Entwicklung dieser Lebensräume sowie der Schutz gefährdeter Tier- und Pflanzenarten, darunter Schwarzstorch, Heidelerche und Frauenschuh. Zugleich wird mit dem Erhalt des „Grünen Bandes“ auch ein geschichtlicher Erinnerungsraum an die deutsche Teilung bewahrt. Das Projekt wird seit 2010 durch den Zweckverband „Grünes Band Rodachtal – Lange Berge – Steinachtal“ umgesetzt und vom Bund sowie den Ländern Bayern und Thüringen gefördert.

4.2.6 Oberflächengewässer

Im Gebiet der Kommune Sonneberg finden sich zahlreiche oberirdische Gewässer, die sowohl hydrologisch als auch im Hinblick auf planerische Einschränkungen von Bedeutung sind. Der bedeutendste Fluss ist die Steinach, die das Stadtgebiet in Nord-Süd-Richtung durchfließt. Neben der Steinach gibt es noch einige Nebengewässer welche in die Steinach münden. Ebenfalls von Bedeutung ist die Röthen, die westlich der Innenstadt verläuft.

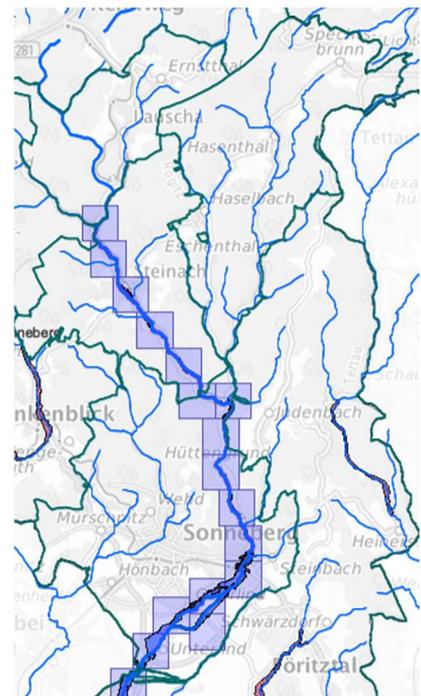


Abbildung 53: Oberflächengewässer Sonneberg

4.2.7 Grundwasser und relevante Areale zur Nutzung

Die Entwicklung des Grundwassers im Kreis Sonneberg gewinnt im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung zunehmend an Bedeutung, insbesondere im Hinblick auf Flächenverfügbarkeit, potenzielle Nutzungskonflikte und Maßnahmen zur Klimaanpassung.

Auswertungen der Daten von vier regelmäßig betriebenen Grundwassermessstellen im Kreisgebiet für den Zeitraum 1990 bis 2022 zeigen ein überwiegend stabiles Bild: An drei Messstellen blieben die Wasserstände weitgehend konstant, während an einer Messstelle ein deutlicher Rückgang festgestellt wurde. Hauptursachen hierfür sind die in den vergangenen Jahrzehnten gehäuft auftretenden Dürrejahre mit geringeren Niederschlägen und hohen Verdunstungsraten. Kurzzeitige Anstiege der Grundwasserstände, etwa nach niederschlagsreichen Phasen – konnten die langfristige Abwärtstendenz nicht aufhalten.

Ein wesentlicher Einflussfaktor ist die Waldzusammensetzung der Region. Der Anteil an Nadelwaldflächen liegt derzeit bei rund 88 % der gesamten Waldfläche. Nadelwälder tragen im Vergleich zu Laubmischwäldern deutlich weniger zur Grundwasserneubildung bei, da sie eine geringere Versickerung von Niederschlagswasser zulassen. Der VSR-Gewässerschutz empfiehlt daher einen schrittweisen Umbau hin zu laubholzdominierten Beständen. Positiv ist, dass bereits etwa 11 % der Waldflächen einen überwiegenden Laubbaumanteil aufweisen. Ebenfalls zu beachten ist, dass ein Großteil der Wälder durch den Borkenkäfer betroffen war und entfernt werden musste.

Für die langfristige Sicherung der Grundwasservorräte werden eine klimaangepasste Landnutzung und die Förderung natürlicher Versickerungsflächen, beispielsweise durch Entsiegelung von Stadtbereichen oder geeignete Begrünungsmaßnahmen, auch auf kommunaler Ebene eine immer wichtigere Rolle spielen.

4.3 Nutzung unvermeidbarer Abwärme

Gemäß dem Energieatlas Thüringen gibt es in der Kommune Sonneberg drei Unternehmen mit ausgewiesenem Abwärmepotenzial .

Eines dieser Unternehmen befindet sich im Norden der Kommune, im Ortsteil Spechtsbrunn: die Heinz Veredelungs GmbH & Co. KGaA, die Glas produziert und bearbeitet. Laut Energieatlas verfügt das Unternehmen über eine jährliche Abwärmemenge von 193 MWh/a bei einer mittleren Prozesstemperatur von 45 °C auf (Stand 2016).

Zudem sind im Energieatlas zwei weitere Abwärmepotenziale verzeichnet:

- Elektrokeraamik Sonneberg (im Süden des Stadtgebiets): Das Unternehmen stellte Ende 2022 seine Produktion ein und verfügt daher über kein nutzbares Abwärmepotenzial mehr.
- BHKW Wolkenrasen: Dieses Blockheizkraftwerk ist Teil der Wärmeerzeugung für das Wärmenetz 1. Die dort entstehende Abwärme wird bereits vollständig in das Netz eingespeist und stellt somit kein zusätzlich nutzbares Potenzial dar.

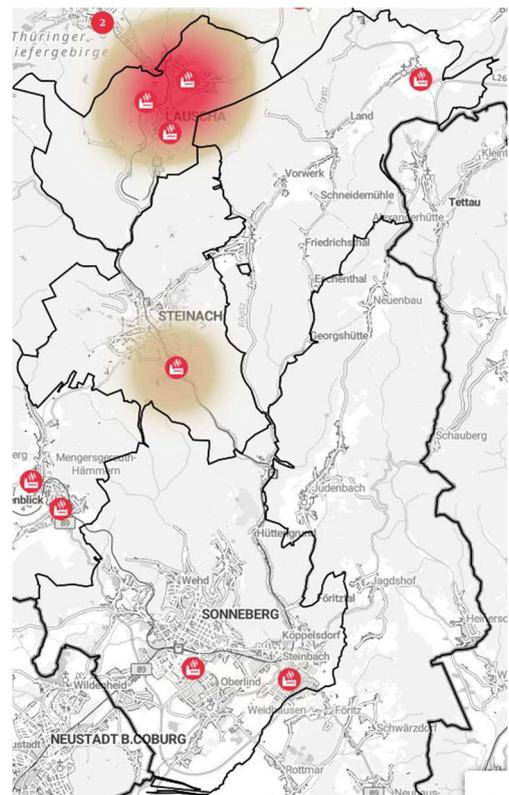


Abbildung 54: Abwärme Sonneberg

Des Weiteren hat das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhr Kontrolle eine Plattform für Abwärme erstellt. Diese schafft eine Übersicht zu gewerblichen Abwärmepotenzialen in Deutschland. Ziel ist es, Abwärme nutzbar zu machen und damit die Energieeffizienz in weiter zu steigern. Es werden Unternehmen mit einem Gesamtenergieverbrauch von mehr als 2,5 Gigawattstunden pro Jahr erfasst.

Name	Branche	Adresse	Wärmemenge pro Jahr	Abwärmepotenzial	max. Thermische Leistung in °C	Ø Temperaturniveau in °C	Verfügbarkeit WE
Heinz Veredelungs GmbH & Co. KGaA	Oberflächenveredlung und Wärmebehandlung	Gewerbegebiet Fichtig 1 98743 Gräfenthal					Ja
Gramß GmbH	Herstellung von Verpackungsmitteln aus Kunststoffen	Gewerbegebiet Fichtig 2 98743 Gräfenthal	583.600	BHKW	92	120	Nein
Gramß GmbH	Herstellung von Verpackungsmitteln aus Kunststoffen	Gewerbegebiet Fichtig 2 98743 Gräfenthal	490.902	Kälteanlage	187	35	Ja
Kaufland Vertrieb 290 GmbH & Co. KG	Einzelhandel mit Waren verschiedener Art (ohne Nahrungsmittel)	Bettelhecker Straße 155 96515 Sonneberg	1.469.167	Abwärme aus Gewerkekälteanlage	860	25	Nein
Vitruhan Technical Textiles GmbH	Herstellung von Glasfasern und Waren daraus	Rögitzstraße 34 96515 Sonneberg	449.337	AH1	122	90	Nein
Vitruhan Technical Textiles GmbH	Herstellung von Glasfasern und Waren daraus	Rögitzstraße 34 96515 Sonneberg	892.614	AH2	189	90	Nein
Vitruhan Technical Textiles GmbH	Herstellung von Glasfasern und Waren daraus	Rögitzstraße 34 96515 Sonneberg	624.500	AH3	160	95	Nein
Vitruhan Technical Textiles GmbH	Herstellung von Glasfasern und Waren daraus	Rögitzstraße 34 96515 Sonneberg	624.500	Dampfkessel	100	110	Nein
Vitruhan Technical Textiles GmbH	Herstellung von Glasfasern und Waren daraus	Rögitzstraße 34 96515 Sonneberg	624.500	Heil 1+2	140	70	Nein
Vitruhan Technical Textiles GmbH	Herstellung von Glasfasern und Waren daraus	Rögitzstraße 34 96515 Sonneberg	624.500	Liba	43	50	Nein

Tabelle 9: Firmen mit Abwärmepotenzial

4.4 Potenziale zur Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien

Im folgenden Abschnitt stehen die verschiedenen Technologien zur Wärmeversorgung im Mittelpunkt. Es werden unterschiedliche Ansätze und technische Möglichkeiten vorgestellt, die in der kommunalen Wärmeplanung zum Einsatz kommen können. Dabei werden sowohl erneuerbare als auch konventionelle Technologien beleuchtet, um die Bandbreite der verfügbaren Optionen aufzuzeigen. Ziel ist es, die jeweiligen Stärken und Besonderheiten der einzelnen Technologien verständlich zu machen und deren Beitrag zu einer nachhaltigen Wärmeversorgung darzustellen.

4.4.1 Außenluft

Die Nutzung der Außenluft zur Wärmebereitstellung erfolgt in der Regel über Luft-Wasser-Wärmepumpen. Die klimatischen Bedingungen in Sonneberg mit einer Jahresmitteltemperatur von rund 8–9 °C bieten grundsätzlich gute Voraussetzungen für den Einsatz dieser. Während der kältesten Monate Januar, Februar und Dezember sinken die durchschnittlichen Tiefsttemperaturen auf –3 °C bis –1 °C, was den Wirkungsgrad reduziert und ggf. einen höheren Strombedarf oder eine Zusatzheizung erfordert. In der Übergangs- und Sommerzeit (März bis November) liegen die Temperaturen überwiegend im positiven Bereich, sodass die Effizienz deutlich steigt. Für Neubauten und sanierte Gebäude mit Niedertemperatur-Heizsystemen sowie für kalte Wärmenetze ist die Außenluft eine technisch gut nutzbare erneuerbare Wärmequelle. Bei bestehenden Hochtemperatur-Heizsystemen ist eine Systemanpassung oder Kombination mit anderen Wärmequellen empfehlenswert. Die Kombination mit erneuerbarem Strom erhöht den Klimaschutzbeitrag zusätzlich.

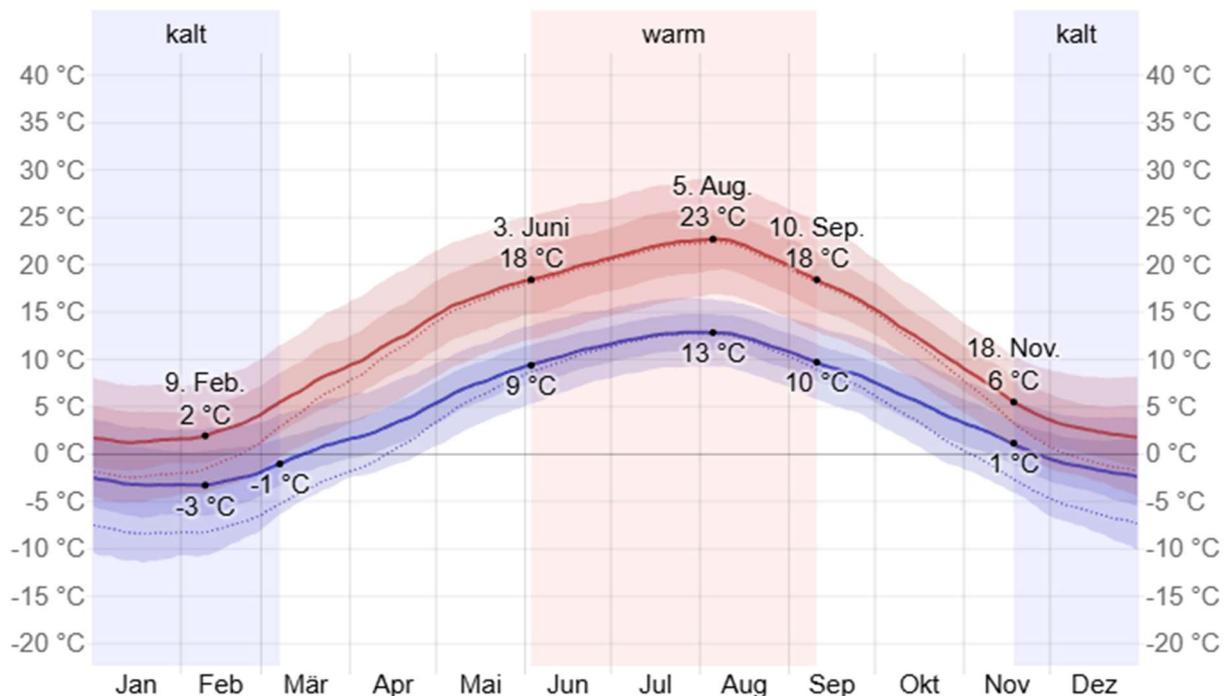


Abbildung 55: Entwicklung Außenluft Sonneberg

4.4.2 Biomasse

Biomasse ist in Deutschland die bedeutendste erneuerbare Energiequelle zur Wärmezeugung und deckt den mit Abstand größten Anteil erneuerbarer Wärme ab. Im Jahr 2024 wurden aus Biogas etwa 159 TWh Wärme gewonnen. Das entspricht rund 18 Prozent der Wärmeversorgung. Der Großteil dieser Wärme stammt aus festen Biobrennstoffen wie Holz in Form von Scheitholz, Pellets oder Hackschnitzeln, gefolgt von flüssigen und gasförmigen Biomassen (z. B. Pflanzenöl, Biogas).

Die Nutzung von Biomasse zur Wärmebereitstellung kann in vielen Bereichen verwendet werden. In Privathaushalten werden überwiegend Holzsplitte und Holzpellets in zeitgemäßen, effizient gesteuerten Feuerungsanlagen verbrannt. Pellet-Heizungen können dabei sogar konventionelle Öl- oder Gasheizungen ersetzen. Im größeren Maßstab versorgen mittlere und größere Anlagen (ab 100 kW thermischer Leistung) über Nahwärmenetze ganze Wohnquartiere oder Gewerbegebiete, häufig mit Holzhackschnitzeln als kostengünstigem Brennstoff. Biomasse wird zudem für Prozesswärme in Industrie und öffentlichen Einrichtungen eingesetzt.

Die thermochemische Umwandlung von Biomasse umfasst Verfahren wie Verbrennung, Vergasung oder Pyrolyse. Alternativ gibt es biochemische Umwandlung mittels Vergärung, wodurch Biogas erzeugt wird, das ebenfalls für Wärme verwendet werden kann. Vorteilhaft ist, dass Biomasse als gespeicherter Energieträger flexibel nutzbar ist. So kann eine bedarfsgerechte Wärmeversorgung sichergestellt werden, auch außerhalb von sonnigen oder windreichen Zeiten.

Durch den Einsatz von Biomasse zur Wärmezeugung werden fossile Brennstoffe ersetzt, wodurch Treibhausgasemissionen reduziert werden. Dabei gilt die Nutzung von Biomasse als klimaneutral, da beim Verbrennen nur so viel CO₂ freigesetzt wird, wie die Pflanzen zuvor gebunden haben. Allerdings ist die nachhaltige Beschaffung von Biomasse essenziell, um ökologische und landschaftliche Schutzgüter zu wahren und den Nachwuchs der Ressourcen zu sichern.

Das Gebäudeenergiegesetz (GEG) sowie die aktuelle Gesetzgebung ab 2024 fördern verstärkt den Einsatz erneuerbarer Energien wie Biomasse zur Wärmezeugung in Neubauten und Bestandsgebäuden. So müssen Heizungen in Neubauten seit 2024 mindestens 65 Prozent erneuerbare Energien nutzen, wobei Biomasseheizungen eine wichtige Rolle spielen, um diese Vorgabe zu erfüllen.

4.4.2.1 Biogene Festbrennstoffe

Waldpotenzial

Von der ThüringenForst-AÖR wurde uns mitgeteilt, dass im Raum Sonneberg der Wald zu etwa 79% aus Staatswald, zu 1% aus Kommunalwald und zu 20% aus Privatwald besteht. Die regionale Waldstruktur wird vor allem von den Baumarten Fichte, Kiefer und Buche dominiert. Aktuell werden etwa 10 % des Holzes, das rund 8.000 Festmeter pro Jahr entspricht, energetisch genutzt, beispielsweise als Hackschnitzel oder Scheitholz. Es bestehen Kalamitätsflächen mit einer Größe von ca. 15.000 Hektar, von denen etwa 10.000 Schüttraummeter betroffen sind. Die jährlich verfügbare Menge an Energieholz, vor allem für die Hackschnitzelproduktion geeignet, wird auf über 5.000 Schüttraummeter geschätzt, wobei die kurzfristig verfügbare Menge an Hackschnitzeln in der Region innerhalb der nächsten drei Monate bei etwa 5.000 Schüttraummeter liegt. Das übliche regionale Hackgut entspricht der Qualität G50 mit durchschnittlichen Wassergehalten unter 20%. Die

Vermarktung erfolgt überwiegend durch Direktvermarktung der Waldbesitzer. Als relevante Akteure zur Bündelung und Lieferung größerer Mengen wurde das Forstdienst Dressel genannt. Das Forstamt sieht seine Rolle vor allem in der Einschätzung von Potenzialen, Unterstützung bei der Ansprache privater Waldbesitzer sowie der Vermittlung und Koordination. Weiterhin besteht der Vorschlag, nach erfolgreicher Wiederbewaldung der Kalamitätsflächen eine Potentialanalyse durchzuführen. Insgesamt wird eingeräumt, dass die energetische Holznutzung künftig noch auszubauen ist.

Potenzial Ackerflächen und Dauergrünlandflächen



Abbildung 56: theoretische Biomassepotenziale Sonneberg

Die dargestellte Karte (Abbildung 56) zeigt die theoretisch mögliche Energiemenge, die durch die energetische Verwertung der vorhandenen Biomasse (Ackerflächen und Dauergrünlandflächen) in einer fiktiven Biogasanlage erzeugt werden kann. Dabei wird ein thermischer Wirkungsgrad von 60 % zugrunde gelegt, welcher den Anteil der im Biogas enthaltenen Energie angibt, der als nutzbare Wärme, etwa für Heizzwecke, im Rahmen eines Kraft-Wärme-Kopplungsprozesses (KWK) zur Verfügung steht. Die Karte veranschaulicht somit das Potenzial der Biomasse zur Bereitstellung von Wärme energiesparend in Verbindung mit Stromerzeugung, und liefert eine Grundlage zur Abschätzung der Beitragsmöglichkeiten der Biomasse in der regionalen Wärmeversorgung.

4.4.2.2 Biogas

Neben fester Biomasse spielt vor allem Biogas eine entscheidende Rolle in der nachhaltigen Wärmeversorgung. Unterschieden wird hierbei zwischen Biogas aus der Landwirtschaft (z.B. Grünfütter, Ernteabfälle, Wirtschaftsdünger aus Gülle oder Festmist) und aus der Abfallwirtschaft (z.B. Biomüll, Haushaltsmüll, krautiges Grüngut, Lebensmittelabfälle). In Blockheizkraftwerken (BHKW) wird Biogas zur Stromerzeugung verwendet. Die dabei entstehende Abwärme wird zur Wärmeversorgung verwendet. Eine weitere Möglichkeit Biogas zu verwenden ist es in das Erdgasnetz einzuspeisen. Gerade für Städte wie Sonneberg, die

über ein nahezu flächendeckend ausgebautes Gasnetz verfügen, bietet sich dies als Möglichkeit zur Verteilung nachhaltiger Wärme an.

Hinweis:

Für diesen Abschnitt liegen zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht sämtliche Daten vor. Die fehlenden Informationen werden nachgereicht, sobald sie vorliegen.

4.4.3 Geothermie

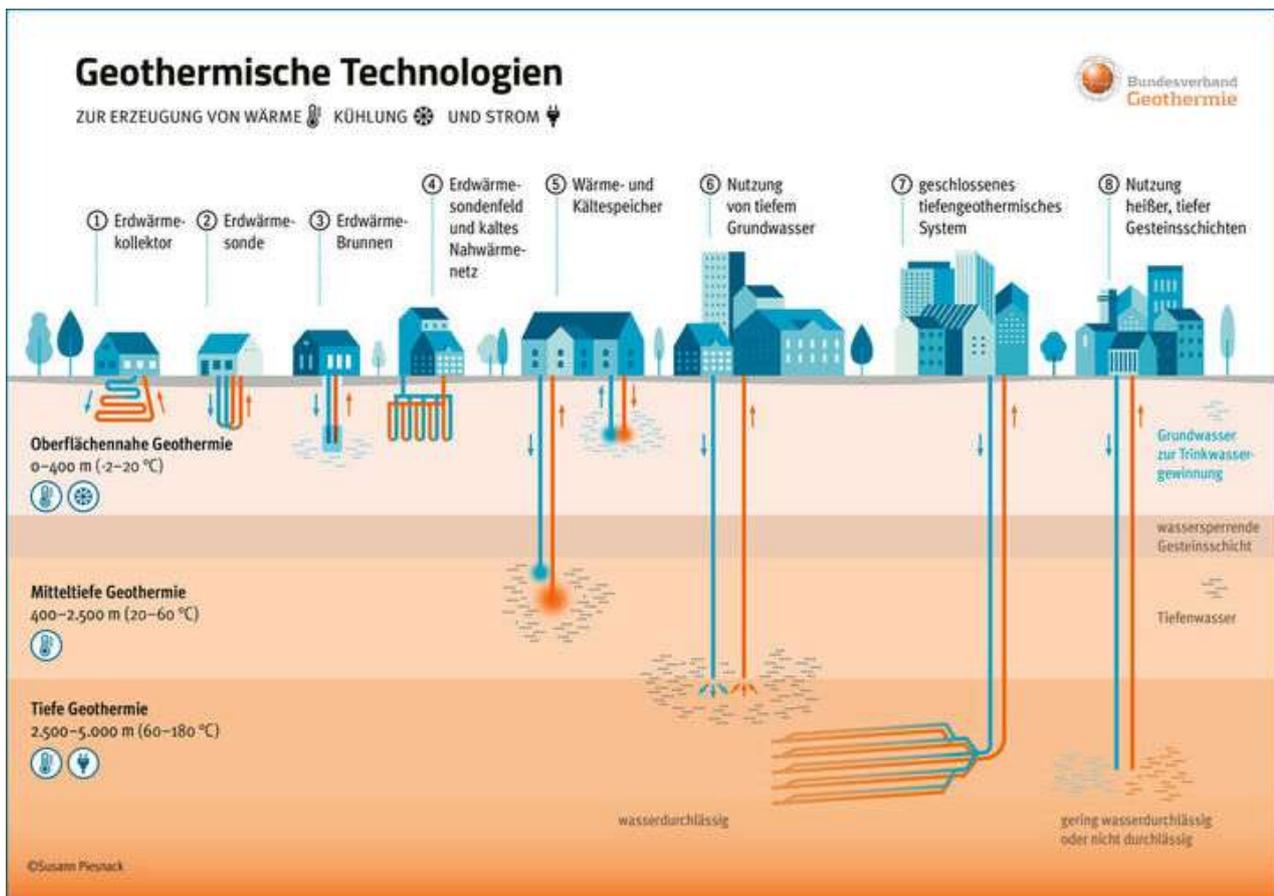


Abbildung 57: Wärmeerzeugung durch die Nutzung von Geothermie

Geothermie bezeichnet die Nutzung der im Erdinneren gespeicherten Wärmeenergie für Heizung, Kühlung oder Stromerzeugung. Sie gilt als nahezu unerschöpfliche, klimaneutrale und flächensparende Energiequelle, die unabhängig von Wetter oder Jahreszeit zur Verfügung steht. Unterschieden wird zwischen oberflächennaher Geothermie, genutzt etwa mit Erdwärmesonden und Wärmepumpen bis 400 Metern Tiefe, und tiefer Geothermie, bei der durch Tiefbohrungen größere Energiemengen für Fernwärme oder Strom gewonnen werden. Damit bietet Geothermie vielfältige Möglichkeiten für eine nachhaltige und zuverlässige Wärmeversorgung in der kommunalen Wärmeplanung.

Im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung erfolgt lediglich eine grobe Potenzialabschätzung für die Nutzung von oberflächennaher und tiefer Geothermie. Sie stellt keine detaillierte Fachplanung oder standortbezogene Bewertung dar. Für eine konkrete Umsetzung sind geologische Fachgutachten, Machbarkeitsstudien und die Einbindung von Fachplanern und Bohrunternehmen zwingend erforderlich. Besonders bei der Tiefengeothermie sind weiterführende Analysen durch spezialisierte Experten notwendig.

4.4.3.1 Tiefe Geothermie

Die tiefe Geothermie nutzt Erdwärme aus größeren Tiefen als 400 m. Dabei unterscheidet man zwischen sogenannten Hochenthalpie- und Niederenthalpie-Lagerstätten, je nachdem, wie heiß das geförderte Wasser oder Dampf ist. Die Grenze liegt bei etwa 200 °C.

Hydrothermale Lagerstätten befinden sich in Tiefen von über 400 m und enthalten zirkulierendes Thermalwasser, das in wasserführenden Gesteinsschichten gespeichert ist. Für die Nutzung werden meist zwei Bohrungen benötigt: eine zur Förderung des Wassers und eine zur Rückführung in den Untergrund (Dublette). Eine dritte Bohrung (Triplette) kann die Leistung oder Betriebssicherheit erhöhen. Voraussetzung für eine wirtschaftliche Nutzung ist ein ausreichend durchlässiges und weit ausgedehntes Reservoir. Moderne Bohrtechniken ermöglichen dabei eine kompakte Anordnung der Bohrungen, wodurch Kosten gesenkt werden können.

Petrothermale Lagerstätten bestehen aus heißem, trockenem Tiefengestein ohne zirkulierendes Wasser. In Deutschland liegt hier rund 90 % des Potenzials für geothermische Stromerzeugung, da hohe Temperaturen über 150 °C erreicht werden können. Um die Wärme nutzbar zu machen, werden tiefe Bohrungen durchgeführt und das Gestein durch Stimulationsmaßnahmen künstlich durchlässig gemacht.

Im Energieatlas Thüringen und im Kartendienst des TLUBN sind die Potenziale für Tiefengeothermie nicht erfasst. Gemäß der Potenzialstudie, welche die Landesregierung in Auftrag gegeben hat, sollen etwa 38 % der Fläche von Thüringen gut für Tiefengeothermie geeignet sein. Diese liegen allerdings vorrangig in der Mitte des Freistaates und im Thüringer Wald. Im Allgemeinen ist in Thüringen kein nutzbares Tiefenwasser vorhanden.

4.4.3.2 Oberflächennahe Geothermie

Die oberflächennahe Geothermie stellt ein vielseitig einsetzbares Wärmequellenpotenzial dar. Sie nutzt den Untergrund bis ca. 400 m Tiefe und konstante Temperaturen von bis zu 25 °C zur Beheizung und ggf. auch Kühlung. Es stehen verschiedene Systeme zur Verfügung: Erdwärmesonden (häufigster Anlagentyp) mit geringen Flächenbedarfen, Grundwasserwärmepumpen und -brunnen (bei geeigneten geologischen Verhältnissen), Erdwärmekollektoren (Überbauungen sollten vermieden werden), Erdberührte Betonbauteile und Energiepfähle.

Neben der Raumwärmebereitstellung kann die Geothermie auch zur passiven Kühlung genutzt werden. Bei entsprechender Auslegung und durch Nutzung bestehender Flächen ergeben sich auch wirtschaftlich große Vorteile. Sowohl für einzelne Gebäude als auch für

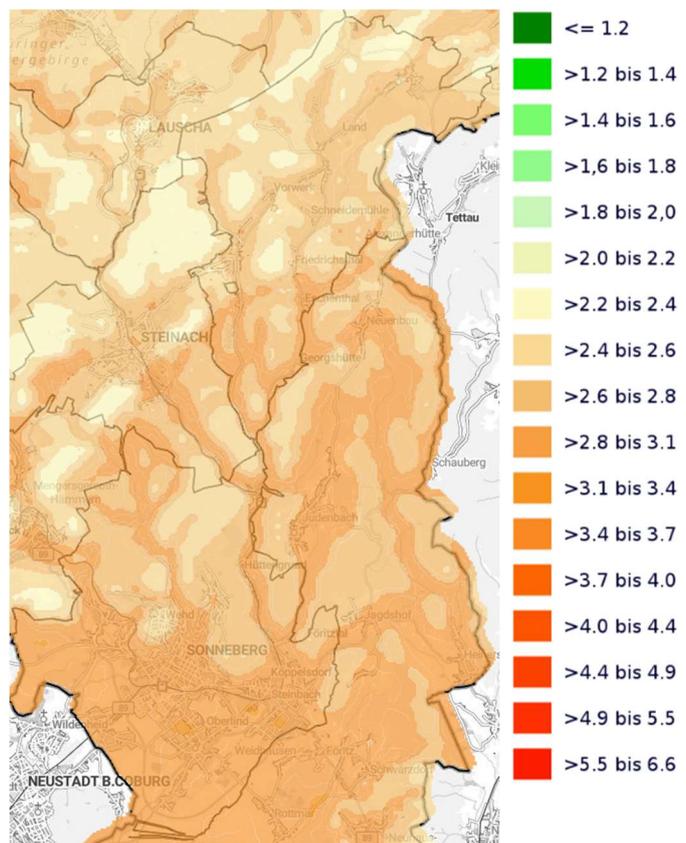


Abbildung 58: Geothermiepotenzial

kommunale Neubaugebiete oder Sanierungsquartiere.

Sonneberg weist eine Wärmeleitfähigkeit von 2,5 - 3,2 W/m²K in einer Tiefe von 100 m auf. Dieser Wert beschreibt die Fähigkeit des Bodens, Wärme zu leiten, und ist eine wichtige Kenngröße für die Nutzung oberflächennaher Geothermie, wie etwa Erdwärmesonden oder Flächenkollektoren.

Eine Wärmeleitfähigkeit in diesem Bereich ist typisch für durchlässige und mineralisch geprägte Böden und Gesteine, die eine effiziente Wärmeübertragung ermöglichen. Für die Planung und Auslegung geothermischer Anlagen bedeutet dies, dass die Erdwärmesonden oder Kollektoren in Sonneberg eine vergleichsweise gute Wärmeaufnahme aus dem Untergrund erreichen können. Dies ist vorteilhaft für die Wärmeerzeugung im Rahmen nachhaltiger Heizsysteme.

Die Kenntnis der Wärmeleitfähigkeit ist zudem essenziell für die Berechnung der thermischen Lagerfähigkeit des Bodens und für die Dimensionierung geothermischer Anlagen, um eine langfristige und nachhaltige Nutzung sicherzustellen.

4.4.4 Solarthermie

Solarthermieanlagen wandeln Sonnenstrahlung mithilfe von Solarkollektoren in nutzbare Wärme um, vornehmlich zur Versorgung von Brauch- und Heizungswasser in Wohngebäuden. Über diese Grundversorgung hinaus ermöglichen sie auch weitergehende Anwendungen wie solare Kühlung oder die Unterstützung von Heizsystemen, insbesondere in Übergangszeiten mit moderatem Wärmebedarf. Durch gezielte Förderprogramme und technische Weiterentwicklung hat sich Solarthermie in Deutschland als effizienter, nachhaltiger Bestandteil der erneuerbaren Wärmeversorgung etabliert. Gefördert werden Solarthermieanlagen beispielsweise durch die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG).

Die Karte zeigt das Dachflächenpotenzial aller Gebäude in Form der spezifischen Wärmemenge, die maximal mit der vorhandenen Dachfläche erreicht werden kann. Es erfolgt keine Einschränkung der Dachflächen, alle Himmelsrichtungen finden Beachtung. Durch eine größtenteils passende Ausrichtung und geringe Verschattung kommt es in Sonneberg zu hohen Solarthermiepotenzialen.

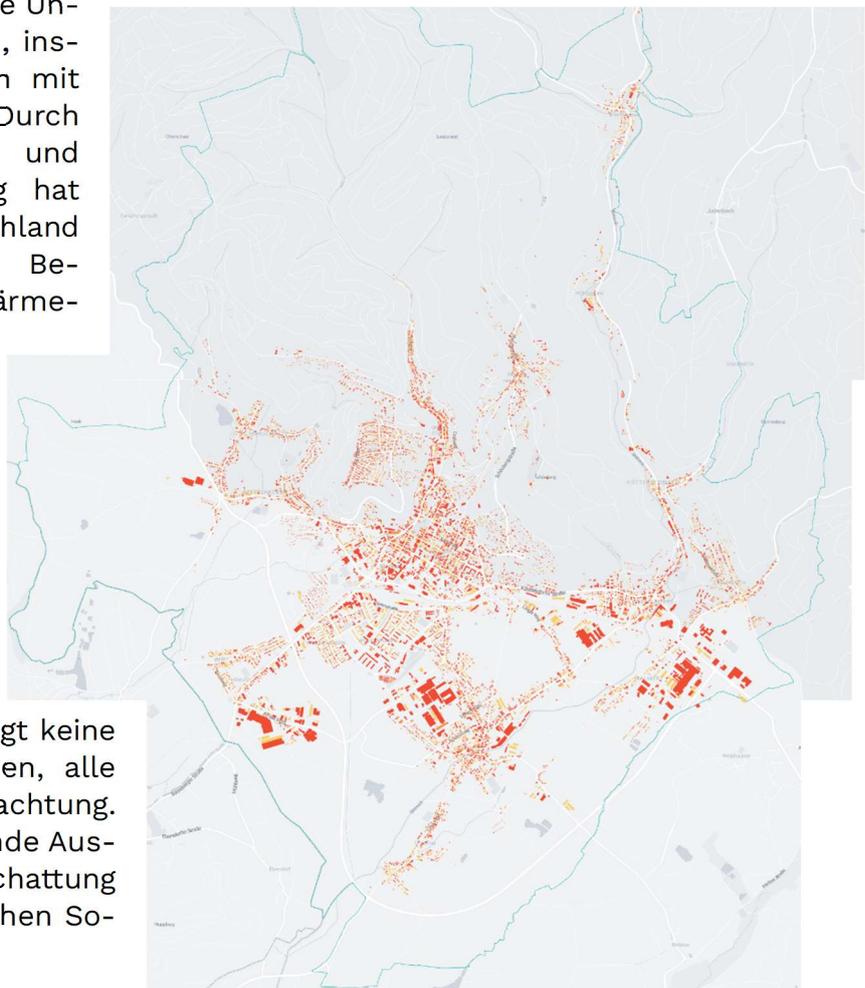


Abbildung 59: Solarthermiepotenzial Stadtgebiet

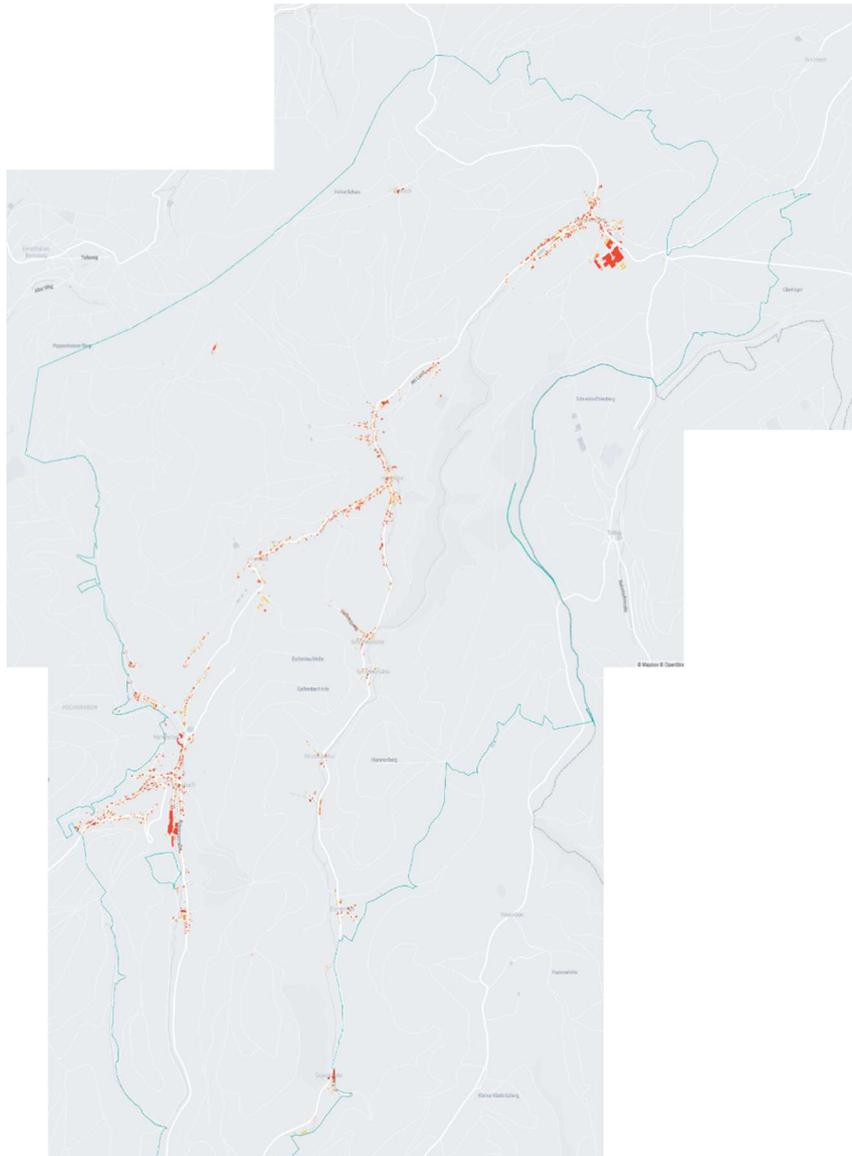


Abbildung 60: Solarthermiepotenzial Oberland

4.4.5 Biogenes Flüssiggas

Im April 2018 wurde Biogenes Flüssiggas (Bio-LNG) auf dem deutschen Markt eingeführt. Es weist die gleichen chemischen Eigenschaften auf wie konventionelles Flüssiggas wodurch es diese ohne weitere Aufbereitung ersetzen kann. Durch den Einsatz von Bio-LNG kann bis zu 90 % CO₂ gespart werden. Vor allem für Bestandsgebäude ist der Einsatz eine geeignete Lösung zur Wärmeversorgung. Laut dem GEG ist Bio-LPG als erneuerbare Energieform rechtlich anerkannt, inklusive Nachweispflicht über Massenbilanzierungssysteme.

In der Kommune Sonneberg hat sich die FRIEDRICH SCHARR KG mit Sitz in Stuttgart vorgestellt. Die SCHARR KG ist einer der führenden Flüssiggas-Lieferanten in Deutschland, welche auch Bio-Flüssiggas vertreibt.

Hinweis:

Für diesen Abschnitt liegen zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht sämtliche Daten vor. Die fehlenden Informationen werden nachgereicht, sobald sie vorliegen.

4.4.5 Umweltwärme aus Gewässern und Abwasser

4.4.5.1 Gewässerwärmenutzung

Die Wärmegewinnung aus Flusswasser mittels Flusswasserwärmepumpen bietet eine effiziente und klimafreundliche Möglichkeit, erneuerbare Energie zur Gebäudeheizung und Warmwasserbereitung zu nutzen. Flüsse und Seen mit einer Wassertemperatur von etwa 3 °C bis 8 °C und ausreichendem Wasservolumen können hierbei besonders effizient genutzt werden. Über Entnahme- und Wiedereinleitungsbauwerke, eine Rechenanlage zur Filterung und einen Wärmetauscher wird dem Gewässer Wärme entzogen, wodurch es leicht abgekühlt wird. Da Gewässer im Vergleich zur Außenluft deutlich träger auf kurzfristige, wetterbedingte Temperaturschwankungen reagieren, stellen sie eine besonders stabile Wärmequelle dar. Eine Hochtemperatur-Wärmepumpe hebt die gewonnene Umweltwärme anschließend auf ein nutzbares Temperaturniveau für Heiz- oder Fernwärmesysteme an.

Die gewonnene Heizenergie setzt sich aus dem Anteil der entnommenen Umweltwärme und dem Einsatz von Antriebsstrom zusammen; je nach Netztemperatur kann mit 1 kWh Strom etwa 2,5–3,5 kWh Wärme bereitgestellt werden. Die Potenzialermittlung basiert auf Durchfluss- und Temperaturdaten des Gewässers, insbesondere den Mittel- und Niedrigwasserwerten, da diese über die ganzjährige Nutzbarkeit und die maximal entziehbare Wärmemenge entscheiden.

Für Thüringen gelten folgende genehmigungsrelevante Grenzwerte als Orientierung: Die minimale Wassertemperatur für den Betrieb der Flusswasserwärmepumpe sollte mindestens 3 °C betragen, da darunter der Betrieb meist ineffizient bzw. ökologisch kritisch wird. Die Rückführtemperatur des Wassers nach dem Wärmetauscher muss mindestens 1 bis 1,5 °C über dem Gefrierpunkt liegen, um Frostschäden und negative ökologische Folgen zu verhindern. Die maximal zulässige Temperaturabsenkung des entnommenen Wassers im Wärmetauscher kann bis zu 10 K betragen, während die Temperaturabsenkung des Gesamtdurchflusses durch den Betrieb der Anlage in der Regel 3 K, in besonders empfindlichen Gewässerabschnitten (z.B. Forellenregion) nur 1,5 K nicht überschreiten darf. Die erlaubte Entnahmemenge ist ökologisch begrenzt, häufig wird hier ein Anteil von bis zu 25% des Flussdurchflusses als maximal nutzbar angenommen.

Für den ökologisch verträglichen Betrieb ist sicherzustellen, dass Temperaturgrenzen und Mindestabflussvorgaben eingehalten werden, um das ökologische Gleichgewicht des Gewässers nicht nachteilig zu beeinflussen. Rechtlich ist eine wasserrechtliche Genehmigung erforderlich, die diese Auflagen berücksichtigt. Flusswasserwärmepumpen leisten damit einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Wärmewende und zur Reduktion fossiler Energieträger im Gebäudesektor.

In der Kommune Sonneberg sollten vor allem die Flüsse Steinach und Röthen für die Gewässerwärmenutzung betrachtet werden.

4.4.5.2 Abwasserwärmenutzung

Die Abwasserwärmenutzung stellt eine gute Möglichkeit dar, nachhaltige Wärme für kommunale Wärmeversorgungen zu gewinnen. Dabei wird in der Kanalisation oder am Ablauf von Kläranlagen mithilfe von Wärmetauschern Wärme aus dem Abwasser entzogen, ohne dass das Abwasser selbst beeinträchtigt wird. Die entnommene Wärme wird anschließend durch eine Wärmepumpe auf ein nutzbares Temperaturniveau für Heizzwecke oder die Warmwasserbereitung angehoben. Abwasser hat mit typischen Temperaturen zwischen 10 und 20 °C eine relativ hohe und stabile Wärmequelle, die ganzjährig verfügbar ist. Die Nutzung solcher Systeme ist besonders vorteilhaft in urbanen Bereichen mit hohen Wärmebedarfen und räumlicher Nähe zwischen Wärmequelle und -verbraucher. Neben der Energieeffizienz zeichnet sich die Abwasserwärmenutzung durch Krisensicherheit und Preiskonstanz aus. Damit trägt sie wesentlich zur kommunalen Wärmewende bei und unterstützt die Reduktion des fossilen Energieverbrauchs im Gebäudesektor.

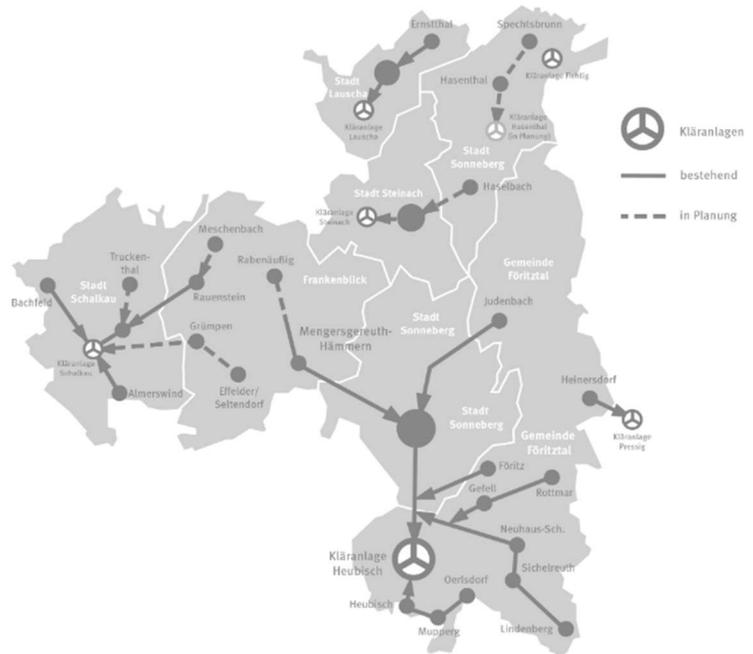


Abbildung 61: Übersicht Kläranlagen

Die Kommune Sonneberg verfügt über keine Kläranlage auf dem Gemeindegebiet. Die Zugehörige Kläranlage befindet sich in Heubisch und somit nicht mehr auf dem Gebiet der Kommune.

Die Nutzung von Abwärme aus Abwasserkanälen setzt technische, hydraulische und organisatorische Rahmenbedingungen voraus, um einen wirtschaftlichen und ökologisch verträglichen Betrieb zu gewährleisten. Grundsätzlich muss der Abwasserkanal über einen ausreichend großen Innendurchmesser verfügen – in der Praxis werden Rohrquerschnitte ab DN 400, für eine komfortable Installation und Wartung idealerweise ab DN 800, empfohlen. Zudem ist ein kontinuierlich hoher Abwasserabfluss erforderlich, in der Regel mindestens 15 Liter pro Sekunde Trockenwetterabfluss. Solche hydraulischen Bedingungen finden sich typischerweise in Gemeinden ab etwa 3.000–5.000 Einwohnern.

Für die Effizienz der Wärmepumpentechnik sollte die Temperatur des Abwassers möglichst stabil und im Mittel über 10 °C liegen. Der Wärmetauscher kann direkt im Hauptkanal oder alternativ in einem Bypass-System installiert werden – letztere Variante verursacht höhere Investitionskosten, ist jedoch auch bei kleineren Kanalquerschnitten möglich. Gleichzeitig darf die Absenkung der Abwassertemperatur im Zulauf zur Kläranlage einen Wert von etwa 10 °C Mindesttemperatur nicht unterschreiten, um biologische Reinigungsprozesse nicht zu beeinträchtigen.

Wirtschaftlich sinnvoll ist die Abwasserwärmenutzung insbesondere dann, wenn sich der Wärmeabnehmer in räumlicher Nähe zur Abwasserleitung befindet – idealerweise maximal etwa 150 Meter entfernt –, um Verluste beim Wärmetransport zu minimieren. Vor der Umsetzung ist eine Nutzungsvereinbarung mit dem Kanalnetzbetreiber einzuholen und die Genehmigung durch die zuständige Behörde erforderlich. Dabei ist sicherzustellen, dass weder die Funktion des Kanals noch der Betrieb der Kläranlage sowie die ökologischen Rahmenbedingungen negativ beeinflusst werden. Unter Beachtung dieser Voraussetzungen kann die Abwasserwärmegewinnung einen wertvollen Beitrag zur kommunalen Wärmeversorgung leisten und die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern deutlich reduzieren.

Laut Auskunft der Wasserwerke Sonneberg besteht im Bereich des Pflegezentrums „Goldene Au“ in der Bettelhecker Straße ein potenzieller Standort zur Nutzung von Abwärme aus Abwasser. Im Gehweg parallel zur Röthen, unmittelbar neben dem Pflegeheim, befindet sich ein Stauraumkanal der Wasserwerke mit einem Durchmesser von 2,20 m.

Als potenzieller Wärmeabnehmer bietet sich in erster Linie das Pflegezentrum selbst an. Zur weiteren Bewertung der technischen und wirtschaftlichen Umsetzbarkeit wäre eine vertiefende Untersuchung im Rahmen einer BEW-Machbarkeitsstudie erforderlich.

4.4.5.3 Tiefenbrunnen

Auf dem ehemaligen HERKO-Gelände in Sonneberg befindet sich ein Tiefenbrunnen. Das Areal liegt südlich des Geißbergs und östlich der Unteren Marktstraße sowie des Unteren Grabens. Dieser Brunnen könnte künftig eine wichtige Rolle für die Wärmeversorgung übernehmen. Mithilfe einer Wasser-Wasser-Wärmepumpe lässt sich die im geförderten Grundwasser gespeicherte Wärme effizient nutzen und zur Beheizung von Gebäuden bereitstellen.



Abbildung 62: ehemaliges HERKO-Gelände

4.5 Potenziale zur Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energien

4.5.1 Photovoltaik

Photovoltaik (PV) bietet insbesondere durch Dach- und Freiflächenanlagen ein bedeutendes Potenzial für die Energieversorgung. Mit Hilfe von PV-Anlagen erzeugter Strom kann auch für die Wärmeversorgung genutzt werden. Dies ist zum Beispiel über elektrische Fußbodenheizungen oder andere Direktheizsysteme möglich. Besonders effizient ist jedoch die

Kombination von PV mit Wärmepumpen: Diese nutzen den Strom, um Umweltwärme aus der Luft, dem Erdreich oder dem Grundwasser auf ein nutzbares Temperaturniveau „hochzupumpen“ und so Gebäude effizient zu beheizen. Aktuell decken PV-Anlagen rund 14 % (72,6 GWh) des deutschen Bruttostromverbrauches.

Für die Umsetzung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen sind naturschutzfachliche Mindestkriterien zu beachten, die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) im Rahmen des EEG 2023 im sogenannten „Solarpaket 1“ festgelegt wurden. Diese Kriterien sollen sicherstellen, dass der Ausbau der Solarenergie naturverträglich erfolgt. Betreiber von Freiflächenanlagen müssen mindestens drei von fünf definierten Mindestkriterien erfüllen.

Ein zentrales Kriterium ist die Begrenzung der Flächenbedeckung durch die Photovoltaik-Module auf maximal 60% der Gesamtfläche. Dies schafft ausreichend Raum für die Entwicklung von Vegetation und vielfältigen Lebensräumen. Außerdem ist die Durchgängigkeit der Fläche für kleinere Tierarten sicherzustellen, insbesondere wenn die Anlagen eingezäunt sind.

Zur Förderung der Artenvielfalt wird die Anlage von Biotopen und Nisthilfen für Vögel, Fledermäuse und Insekten empfohlen, beispielsweise durch Totholzhaufen, Bienenhotels oder Lesesteinhaufen. Die Einhaltung der Mindestkriterien muss durch entsprechende Nachweise, wie Bebauungspläne mit naturschutzfachlichen Anforderungen, Baugenehmigungen oder Umweltbaubegleitungen dokumentiert werden. Dabei erfolgt eine Kontrolle der Umsetzung in der Regel einmalig zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Anlage. Während der Betriebszeit besteht die Möglichkeit, zwischen den Mindestkriterien zu wechseln, wobei stets mindestens drei erfüllt sein müssen.

Vor allem im Süden des Stadtgebiets existiert ein sehr hohes Potenzial für Freiflächen-PV-Anlagen (vgl. Abbildung 63). Im Norden des Stadtgebiets ist das Potenzial nur sehr gering aufgrund der Waldgebiete, welche dort vorherrschend sind.

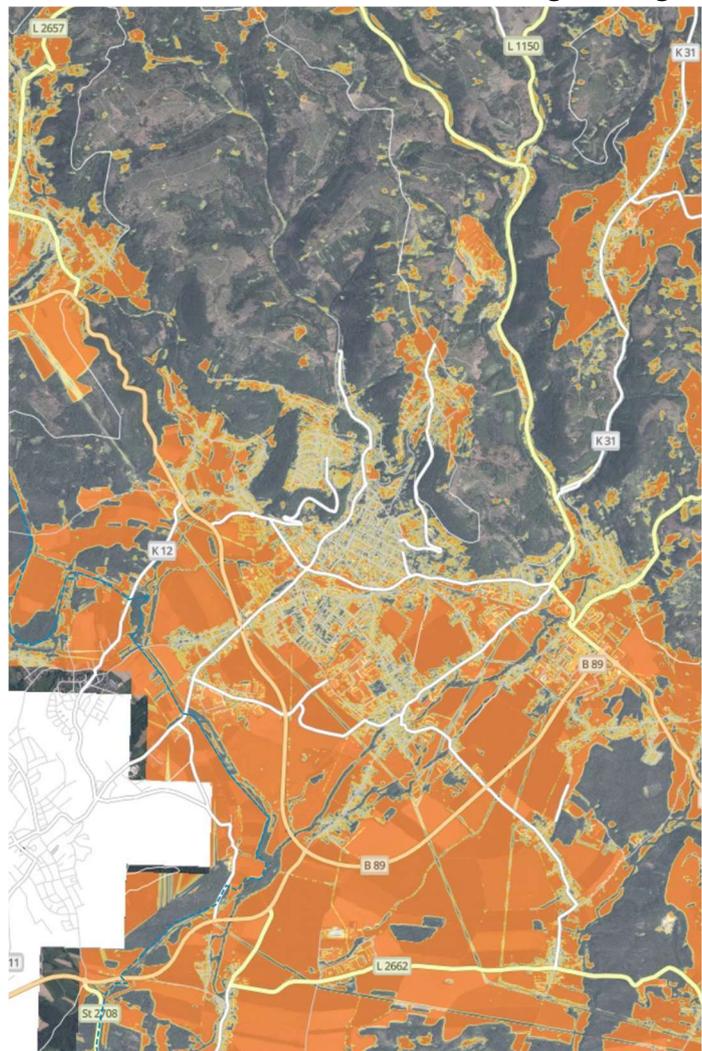


Abbildung 63: PV-Freiflächenpotenzial Stadtgebiet

Desweiteren existiert ein hohes Potenzial rund um die Orte im Oberland von Sonneberg (vgl. Abbildung 64).

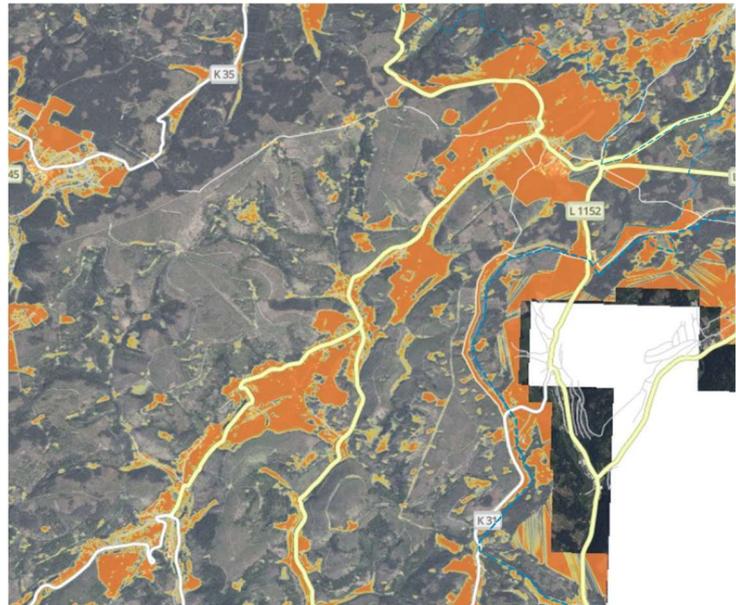


Abbildung 64: PV-Freiflächenpotenzial Oberland

4.5.2 Windkraft

Windkraftanlagen stellen eine zentrale Säule der erneuerbaren Stromerzeugung dar. Für die Wirtschaftlichkeit einer Anlage sind vor allem die erzielte Stromproduktion und die Auslastung entscheidend, da die Einspeisung über das EEG vergütet wird. Grundsätzlich sollten mindestens 1.600 Vollbenutzungsstunden erreicht werden, um einen wirtschaftlichen Betrieb sicherzustellen.

Bei der Planung und Installation ist zudem die Flächenverfügbarkeit ein wesentlicher Faktor. Pro installiertem Megawatt Leistung wird eine Fläche von etwa 5 Hektar veranschlagt. Im Landkreis Sonneberg existieren derzeit keine Windenergieanlagen. Ein wesentlicher Grund hierfür ist das vergleichsweise geringe Windaufkommen in der Region (vgl. Abbildung 65). Dennoch können einzelne Standorte auch hier wirtschaftlich attraktive Erträge erzielen, was jedoch im Rahmen von Standortanalysen im Einzelfall geprüft werden muss.

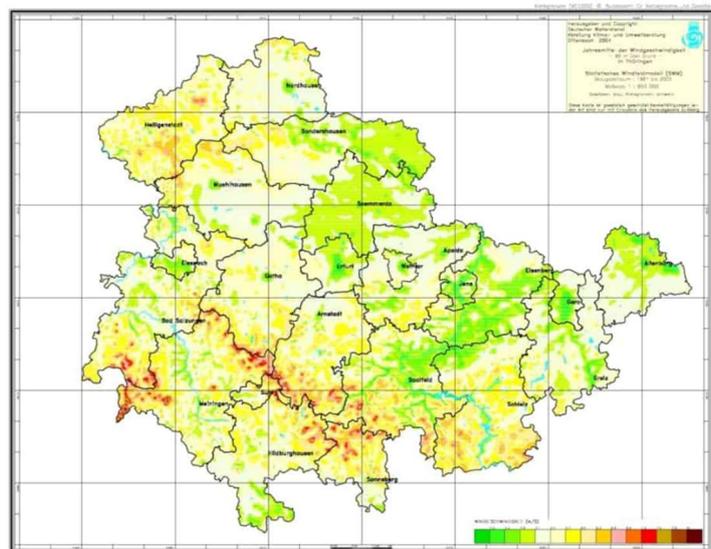


Abbildung 65: Windkarte Thüringen

4.5.3 Wasserkraft

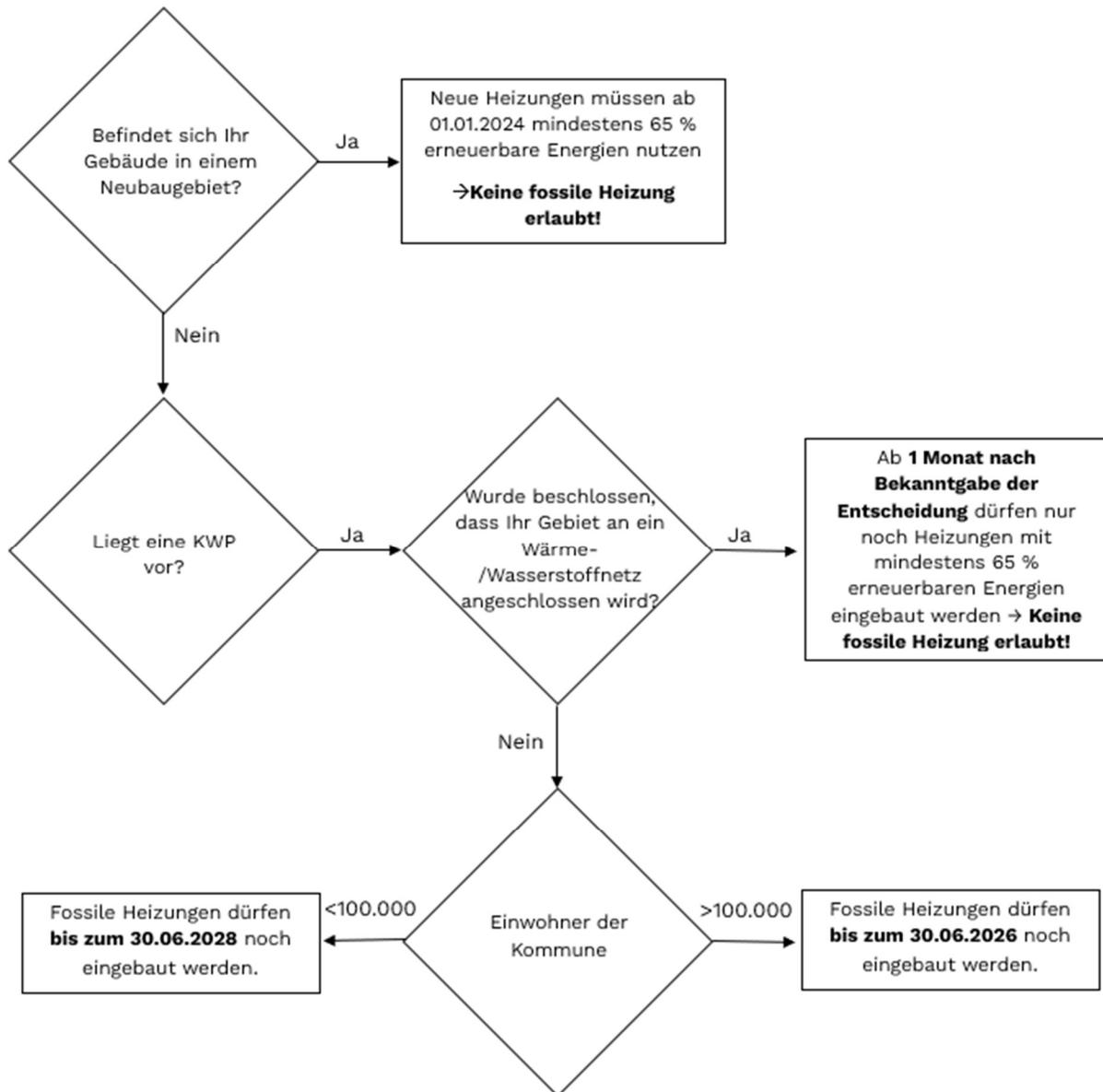
Wasserkraft wird zur Stromerzeugung genutzt, indem die kinetische Energie von fließendem oder fallendem Wasser zunächst in mechanische und anschließend in elektrische Energie umgewandelt wird. In einem Wasserkraftwerk treibt die Strömung des Wassers eine Turbine an, die wiederum mit einem Generator gekoppelt ist.

In der Stadt Sonneberg besteht derzeit eine Wasserkraftanlage im Brauchwassersystem mit einer installierten Bruttoleistung von 160 kW. Die Anlage speist den erzeugten Strom vollständig ins Netz ein und befindet sich in der Steinacher Straße 217 b.

In Thüringen sind die Ausbaumöglichkeiten für Wasserkraft laut dem Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie, Naturschutz und Forsten sehr begrenzt. Obwohl Thüringen ein (Wasser-) Mühlenland ist, sind die Bedingungen eher ungeeignet für die Wasserkraftnutzung.

Anhang

Schema: Wann darf eine fossile Heizung nach GEG noch eingebaut werden?



Verwendete CO₂-Emissionsfaktoren für die Berechnung der Treibhausgasemissionen

Energieträger	CO ₂ -Faktor (in g/kWh)
Strommix	366
Erdgas	240
Fernwärme Heizwerk fossil 120 °C	300
Heizöl	310
Flüssiggas	270
Braunkohle	430
Solarthermie	25
Holzpellets	20
Umweltwärme	37,4
Biogas	118,3
Abwärme konventionell	90
Abwärme EE	0
Steinkohle	400
Fernwärme Heizwerk fossil 90 °C	300
Fernwärme KWK fossil 90 °C	180
Fernwärme KWK Niedertemperatur teilweise aus EE	110
Fernwärme KWK LowEx aus 100 % EE	40
Kalte Fernwärme (Geothermie + dezentrale Wärmepumpe)	366
Klimaneutraler Strom	0
Holzackschnitzel	20
Scheitholz	20

Quelle: ENEKA

Quellen

Agentur für Erneuerbare Energien e.V. (AEE) (2025): „Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern in Deutschland 2023“. Online verfügbar unter: <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/fernwaermeerzeugung-nach-energietrae-gern-in-deutschland-2023> [Zugriff am: 06.08.2025].

Aktion Fluss (2025): Vorgaben Gewässerunterhaltung. Online verfügbar unter: <https://aktion-fluss.de/gewaesserunterhaltung/vorgaben-gewaesserunterhaltung/> [Zugriff: 07.08.2025].

Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB) (2023): Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 2022 – Überarbeitete Version. Online verfügbar unter: https://agenergiebilanzen.de/wp-content/uploads/2023/01/AGEB_22p2_rev-1.pdf [Zugriff: 19.08.2025].

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2025): „Grünes Band Rodachtal – Lange Berge – Steinachtal“. Online verfügbar unter: https://www.stmuv.bayern.de/themen/naturschutz/bayerns_naturvielfalt/umsetzungsprojekte/naturschutzgrossoeffentlicheprojekte/gruen_band_rodachtal.htm [Zugriff am: 01.08.2025].

BEC – Energie Consult GmbH (o. J.): Referenzprojekte. Online verfügbar unter: <https://www.bec-berlin.de/pages/referenz-projekte> [Zugriff am: 13.08.2025].

Bioenergie.de (2025): Wärme aus Bioenergie. Online verfügbar unter: <https://www.bioenergie.de/themen/waerme> [Zugriff: 07.08.2025].

Borderstep Institut (2025): Flusswasser-Wärmepumpen. Online verfügbar unter: <https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2025/05/29-05-2025-Flusswasser-waermepumpen.pdf> [Zugriff: 11.08.2025].

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (o. J.): Wärmeschutzverordnung (WSchV) – Archiv. Online verfügbar unter: https://www.bbsr-geg.bund.de/GEGPortal/DE/Archiv/WaermeschutzV/wschv_node.html [Zugriff am: 24.07.2025].

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) (2015): Windenergieanlagen im Binnenland. Online verfügbar unter: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/ministerien/bmvi/bmvi-online/2015/DL_BMVI_Online_08_15.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [Zugriff am: 19.08.2025].

Bundesministerium der Justiz (2024): Gebäudeenergiegesetz (GEG) – PDF-Version. Online verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/GEG.pdf> [Zugriff am: 14.08.2025].

Bundesministerium der Justiz (2024): Gebäudeenergiegesetz (GEG). Online verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/BJNR172810020.> [Zugriff am: 24.07.2025].

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (o. J.): Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG). Online verfügbar unter: <https://www.energiewechsel.de/KAENEf/Redaktion/DE/Dossier/beg.html> [Zugriff am: 14.08.2025].

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (o. J.): Leitfaden – Naturschutzfachliche Mindestkriterien bei PV-Freiflächenanlagen. Online verfügbar unter: https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/J-L/leitfaden-naturschutzfachliche-mindestkriterien-bei-pv-freiflaechenanlagen.pdf?__blob=publicationFile&v=15 [Zugriff am: 19.08.2025].

Bundesnetzagentur (2025): Breitbandatlas – Interaktive Karten zur Breitbandversorgung in Deutschland. Online verfügbar unter: <https://gigabitgrundbuch.bund.de/GIGA/DE/Breitbandatlas/start.html> [Zugriff am: 07.08.2025].

Bundesnetzagentur (2025): Breitbandatlas – Interaktive Karten zur Breitbandversorgung in Deutschland im Vollbildmodus. Online verfügbar unter: <https://gigabitgrundbuch.bund.de/GIGA/DE/Breitbandatlas/Vollbild/start.html> [Zugriff am: 07.08.2025].

Bundesverband Geothermie (o. J.): Tiefe Geothermie. Online verfügbar unter: <https://www.geothermie.de/geothermie/geothermische-technologien/tiefe-geothermie> [Zugriff am: 24.07.2025].

Carmen e.V. (2023): Solarthermie 2023. Online verfügbar unter: https://www.carmen-ev.de/wp-content/uploads/2023/04/Solarthermie_2023.pdf [Zugriff: 08.08.2025].

Correctiv (2022): Klimawandel – Grundwasser in Deutschland sinkt. Online verfügbar unter: <https://correctiv.org/aktuelles/kampf-um-wasser/2022/10/25/klimawandel-grundwasser-in-deutschland-sinkt/?bbox=9.775893968858782%2C49.395569203975896%2C13.074249313334462%2C51.40097869881092&zoom=7.735890546771622&district=16072#tool> [Zugriff: 05.08.2025].

Deutscher Verband Flüssiggas e.V. (2025): „Biogenes Flüssiggas – nachhaltiger Energieträger für die Zukunft“. Online verfügbar unter: <https://www.dvfg.de/die-besondere-energie/future-liquid-gas/biogenes-fluessiggas/> [Zugriff am: 12.08.2025].

DWA (2025): Abwasserwärmenutzung. Online verfügbar unter: <https://de.dwa.de/de/abwasserwaermenutzung.html> [Zugriff: 12.08.2025].

DWA (2025): Publikationen zur Abwasserwärmenutzung. Online verfügbar unter: https://shop.dwa.de/media/68/b1/f6/1726527729/DWA-M_114_Vor.pdf [Zugriff: 12.08.2025].

DWA / BWP (2025): Heizen und Kühlen mit Abwasser. Online verfügbar unter: https://www.waermepumpe.de/fileadmin/user_upload/waermepumpe/07_Publikationen/bwp-Heizen_und_Kuehlen_mit_Abwasser.pdf [Zugriff: 12.08.2025].

DWA / VKU (2025): Abwasserwärme effizient nutzen. Online verfügbar unter: <https://www.vku.de/publikationen/abwasserwaerme-effizient-nutzen/> [Zugriff: 12.08.2025].

DWA Baden-Württemberg (2025): Abschlussbericht Abwasserwärmenutzung BW. Online verfügbar unter: https://www.dwa-bw.de/files/_media/content/PDFs/LV_Baden-Wuerttemberg/Homepage/BW-Dokumente/Abschlussbericht_Abwasserwaermenutzung-BW_final_verkleinert.pdf [Zugriff: 13.08.2025].

Energie- und Klimaschutzportal Thüringen (2025): Neue Wärmequellen für Wärmenetze. Online verfügbar unter: <https://www.energie-klimaschutz.de/neue-waermequellen-fuer-waermenetze> [Zugriff: 08.08.2025].

Energieatlas Thüringen (2025): Online verfügbar unter: <https://karte.energieatlas-thueringen.de/> [Zugriff: 11.08.2025].

Freistaat Thüringen – Thüringer Landesamt für Statistik (2024): Zensus 2022 in Thüringen. Online verfügbar unter: <https://buenger.thueringen.de/detail?areald=11742&searchtext=Zensus%202022%20in%20Th%C3%BCringen&info-type=0&sort=&pstId=809390&ags=16072018#rsPstContent> [Zugriff am: 24.07.2025].

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) (o. J.): Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Online verfügbar unter: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html> [Zugriff am: 19.08.2025].

Geothermie.de (2025): Geothermische Technologien – Oberflächennahe Geothermie. Online verfügbar unter: <https://www.geothermie.de/geothermie/geothermische-technologien/oberflaechennahe-geothermie> [Zugriff: 07.08.2025].

Gesetze im Internet (2025): Gebäudeenergiegesetz (GEG). Online verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/geg/BJNR172810020.html#BJNR172810020BJNG000100000> [Zugriff: 07.07.2025].

ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH (2024): Leitfaden zur kommunalen Wärmeplanung – Begleitdokument. Online verfügbar unter: https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Leitf%C3%A4den_und_Brosch%C3%BCren/Leitfaden_Waermeplanung_final_17.9.2024_geschuetzt.pdf [Zugriff am: 04.07.2025].

IFEU (2024): Leitfaden Wärmeplanung – Begleitdokument. Online verfügbar unter: https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Leitf%C3%A4den_und_Brosch%C3%BCren/Leitfaden_Waermeplanung_Begleitdokument/Leitfaden_Waermeplanung_final_17.9.2024_geschuetzt.pdf [Zugriff: 24.07.2025].

Langreder, Nora; Lettow, Frederik; Sahnoun, Malek; Kreidelmeyer, Sven; Wunsch, Aurel; Lengning, Saskia et al. (2024): Technikkatalog Wärmeplanung. Hg. v. ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Öko-Institut e.V., IER Stuttgart, adelphi consult GmbH, Becker Büttner Held PartGmbH, Prognos AG, et al. Online verfügbar unter <https://statics.teams.cdn.office.net/evergreen-assets/safe-links/2/atp-safelinks.html>, zuletzt geprüft am [19.08.2025].

Marktstammdatenregister (MaStR) (o. J.): Einheit 2193969. Online verfügbar unter: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR/Einheit/Detail/IndexOeffentlich/2193969#stammdaten> [Zugriff am: 19.08.2025].

Marktstammdatenregister (MaStR) (o. J.): Marktstammdatenregister – Startseite. Online verfügbar unter: <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR> [Zugriff am: 19.08.2025].

Nabu Thüringen (2025): Umsetzungsprojekte erneuerbare Energien. Online verfügbar unter: <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/energie/erneuerbare-energien-energiewende/35360.html> [Zugriff: 08.08.2025].

Scharr Gasversorgung GmbH (o. J.): Flüssiggas im Tank. Online verfügbar unter: <https://scharr.de/fluessiggas/fluessiggas-im-tank> [Zugriff am: 18.08.2025].

Stadt Sonneberg (2022): Bebauungsplan Solarpark. Online verfügbar unter: https://sonneberg.de/files/uploads/Verwaltung/Bauamt/Stadtplanung/Dokumente%20Stadtplanung/Bebauungsplan%20Solarpark/Sonneberg_%20VBP_220426.pdf [Zugriff am: 18.08.2025].

Stadt Sonneberg (2025): HERKO Begründung. Online verfügbar unter: https://sonneberg.de/files/uploads/Verwaltung/Bauamt/Stadtplanung/Dokumente%20Stadtplanung/HERKO/20250610_B-Plan%2069-20%20HERKO%20Begr%C3%BCndung.pdf [Zugriff am: 18.08.2025].

Stadt Sonneberg (o. J.): Daten und Fakten zur Stadt Sonneberg. Online verfügbar unter: <https://sonneberg.de/rathaus/verwaltung/presse-und-oefentlichkeitsarbeit/daten-und-fakten-zur-stadt-son.html> [Zugriff am: 24.07.2025].

Statista (2025): Beitrag der Biomasse zur Wärmebereitstellung in Deutschland seit 1990. Online verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/171871/umfrage/beitrag-der-biomasse-zur-waermebereitstellung-in-deutschland-seit-1990/> [Zugriff: 06.08.2025].

ThEnergieNetze (2025): Netzgebiet Erdgas. Online verfügbar unter: https://www.thueringer-energienetze.com/Ueber_uns/Netzgebiete/Netzgebiet_Erdgas [Zugriff: 19.08.2025].

ThEnergieNetze (2025): Planung Wasserstoff. Online verfügbar unter: https://www.thueringer-energienetze.com/Ueber_uns/H2-Wasserstoff/Planung [Zugriff: 19.08.2025].

Thüringer Energie- und GreenTech-Agentur (ThEGA) (o. J.): Servicestelle Windenergie. Online verfügbar unter: <https://www.thega.de/themen/erneuerbare-energien/servicestelle-windenergie/> [Zugriff am: 19.08.2025].

Thüringer Landesamt für Statistik (o. J.): Regionaldatenbank – Landkreis Sonneberg. Online verfügbar unter: <https://statistik.thueringen.de/datenbank/portrait.asp?TabelleID=KR000102&auswahl=krs&nr=72&Aevas2=Aevas2&daten=jahr&ersterAufruf=x> [Zugriff am: 24.07.2025].

Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) (2004): Thüringer Wassergesetz (ThürWG) in der Fassung der Neubekanntmachung vom 23. Februar 2004. Online verfügbar unter: <https://thueringen.nabu.de/imperia/md/content/thueringen/gesetze/15.pdf> [Zugriff am: 11.08.2025].

Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) (2025): Wasser- und Heilquellenschutzgebiete – Talsperre Scheibe/Alsbach. Online verfügbar unter: <https://tlubn.thueringen.de/wasser/wasserversorgung-abwasser/wasser-und-heilquellenschutzgebiete/wsg-631-talsperre-scheibe-alsbach> [Zugriff: 28.07.2025].

Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) (2025): Kartendienst des TLUBN – Themenbereich [Themenname]. Online verfügbar unter: <https://antares.thueringen.de/cadenza/pages/map/default/index.xhtml?mapId=327e7dad-e91e-4bb4-acd0-b7ed671532fe&mapSrs=EPSG%3A25832&mapExtent=649359.5509820633%2C5589879.1678769%2C665669.1338626206%2C5597941.756901397> [Zugriff am: 30.07.2025].

Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) (2025): Schutzgebietskarte im Kartendienst des TLUBN. Online verfügbar unter: <https://antares.thueringen.de/cadenza/pages/map/default/index.xhtml?mapId=690c1996-6d38-49ff-9d22-d88e5bdb4159&repositoryItemGlobalId=Anwendungen.Naturschutz.Schutzgebiete.sgb%2Fschutzgebietskarte.mml&mapSrs=EPSG%3A25832&mapExtent=648731.6015395772%2C5569505.228584916%2C664832.3565657052%2C5589413.939958493> [Zugriff am: 01.08.2025].

Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) (2025): Thüringen Viewer – Geodatenportal des Freistaats Thüringen. Online verfügbar unter: <https://thueringenvviewer.thueringen.de/thviewer/#> [Zugriff am: 01.08.2025].

Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) (2025): Überschwemmungsgebiete (ÜSG) – Kartenansicht im Kartendienst des TLUBN. Online verfügbar unter: https://antares.thueringen.de/cadenza/pages/map/default/index.xhtml?mapId=690f58ed-f8cb-4806-86a9-da121271fc93&repositoryItemGlobalId=Anwendungen.Hochwasser.%C3%9Cbberschwemmungsgebiete+%28%C3%9CSG%29.uesg%2Fuesg_kartenansicht.mml [Zugriff am: 01.08.2025].

Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) (2025): Gewässer – Kartenansicht im Kartendienst des TLUBN. Online verfügbar unter: <https://antares.thueringen.de/cadenza/pages/map/default/index.xhtml?mapId=690f58ed-f8cb-4806-86a9-da121271fc93&repositoryItemGlobalId=Anwendungen.Allgemeine+Ebenen.Topographische+Einzelthemen.Gew%C3%A4sser.gewaesser%2Fgewaesser.layer&mapSrs=EPSG%3A25832&mapExtent=650433.4373485687%2C5575926.674209687%2C658233.3866622251%2C5585571.373440382> [Zugriff am: 19.08.2025].

Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (o. J.): Wärmeplanung in Thüringen. Online verfügbar unter: <https://umwelt.thueringen.de/themen/energie/waermeplanung> [Zugriff am: 24.07.2025].

Tiefe Geothermie Thüringen (2025): News zu Geothermie in Thüringen. Online verfügbar unter: <https://www.tiefegeothermie.de/news/geothermie-thueringen> [Zugriff: 08.08.2025].

TLUBN Thüringen (2025): Naturschutzgebiet Röthengrund. Online verfügbar unter: <https://tlubn.thueringen.de/naturschutz/schutzgebiete/naturschutzgebiet/nsg-351-roethengrund> [Zugriff: 01.08.2025].

Umweltbundesamt (UBA) (o. J.): Nutzung der Wasserkraft. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/nutzung-der-wasserkraft#Strom> [Zugriff am: 19.08.2025].

Umweltbundesamt (2025): Abwasserwärme – Ad-hoc-Papier. Online verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/uba_ad_hoc_papier_abwasserwaerme.pdf [Zugriff: 19.08.2025].

Umweltbundesamt (2025): Bioenergie. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/bioenergie> [Zugriff: 06.08.2025].

Umweltbundesamt (2025): Geothermie – Tiefe Geothermie. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/geothermie#tiefe-geothermie> [Zugriff: 06.08.2025].

Umweltinfo Thüringen (2025): Regionaldaten Sonneberg. Online verfügbar unter: <https://umweltinfo.thueringen.de/umweltregional/son/son07.html> [Zugriff: 01.08.2025].

Umweltministerium Thüringen (o. J.): Erneuerbare Energie. Online verfügbar unter: <https://umwelt.thueringen.de/themen/energie/erneuerbare-energie> [Zugriff am: 19.08.2025].

VSR-Gewässerschutz e.V. (2024): „Grundwasserspiegel im Kreis Sonneberg“. Online verfügbar unter: <https://vsr-gewaesserschutz.de/regionales/thueringen/kreis-sonneberg/grundwasserspiegel> [Zugriff am: 05.08.2025].

Wikipedia (2025): Liste der Naturdenkmale im Landkreis Sonneberg. Online verfügbar unter: https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Naturdenkmale_im_Landkreis_Sonneberg [Zugriff: 01.08.2025].

Wind18 (o. J.): Windkarten Deutschland. Online verfügbar unter: <https://wind18.de/windenergie/windkarten/> [Zugriff am: 19.08.2025].