

## **Wärmenetzstrategie 2040 der SWE Energie GmbH**

### **Eine klimaneutrale Fernwärmeversorgung bis 2040**

Die Wärmenetzstrategie 2040 der SWE Energie GmbH (SWE-E) entstand auf Basis der Anforderungen des Thüringer Klimagesetzes vom 18. September 2018, in dem Fernwärmeversorgungsunternehmen bis spätestens 4 Jahre nach Inkrafttreten des Gesetzes dazu verpflichtet wurden:

*„[...] ein Konzept für ihr Wärmenetz zu entwickeln, das an dem Ziel der nahezu klimaneutralen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2040 ausgerichtet ist und in dem auch die gegebenenfalls erforderlichen Durchführungsschritte für den Zeitraum bis zum Jahr 2040 dargelegt werden.“<sup>1</sup>*

Zur Erstellung ihres Transformationspfads hat die SWE-E den Ansatz einer dynamischen Energiesystemmodellierung verfolgt. Hierzu wurde zur Unterstützung das Institut für Regenerative Energietechnik der Hochschule Nordhausen mit der entsprechenden Entwicklung eines Energiesystemmodells beauftragt. Hierbei wurde die Simulationsumgebung *oemof* verwendet, eine in Python implementierte open-source Simulationsumgebung für Energiesysteme<sup>2</sup>. Ausgehend vom Bestandssystem kann der Modellierer die Dekarbonisierung der Fernwärme unter verschiedenen Voraussetzungen und Entwicklungen, den Vorgaben zur CO<sub>2</sub>-Reduktion und mit Hinblick auf Kostenoptimierung bis zum Jahr 2045 in 5-Jahres-Abschnitten zu simulieren.

Auf Grundlage der bestehenden politischen Vorgaben (Thüringer Klimagesetz 2018, Klimaschutzgesetz 2021 und Koalitionsvertrag<sup>3</sup> der Bundesregierung 2021) wurde der in Abbildung 1 gezeigte Dekarbonisierungspfad angenommen, der gleichzeitig ein für die kommenden Jahre noch verfügbares CO<sub>2</sub>-Budget beschreibt.

Signifikante Vorgaben waren hierbei vor allem die Vorgaben aus dem Koalitionsvertrag der Bundesregierung von 2021. Darin wird für das Jahr 2030 ein erneuerbarer Anteil von 50 % in der Wärme gefordert, was eine Reduktion der wärmebedingten Emissionen der SWE Energie GmbH um nahezu die Hälfte zur Folge hat, da der momentane erneuerbare Anteil bei weniger als 5 % liegt. Außerdem soll ab 2035 der Strom ausschließlich aus erneuerbaren Energien stammen, was bedeutet, dass die Gesamtemissionen ab diesem Zeitpunkt den wärmebedingten Emissionen entsprechen, da aus der Stromerzeugung keine Emissionen mehr freigesetzt werden dürfen.

---

<sup>1</sup> § 8 Abs. 5 Satz 2 ThürKlimaG.

<sup>2</sup> Oemof (2022). <https://oemof.org/> (Zugriff: 09.11.2022)

<sup>3</sup> SPD, Bündnis 90/Die Grünen, FDP (2021). Mehr Fortschritt wagen. Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. Koalitionsvertrag zwischen SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP, <https://cms.gruene.de/uploads/documents/Koalitionsvertrag-SPD-GRUENE-FDP-2021-2025.pdf> (Zugriff: 08.11.2022), S. 58.

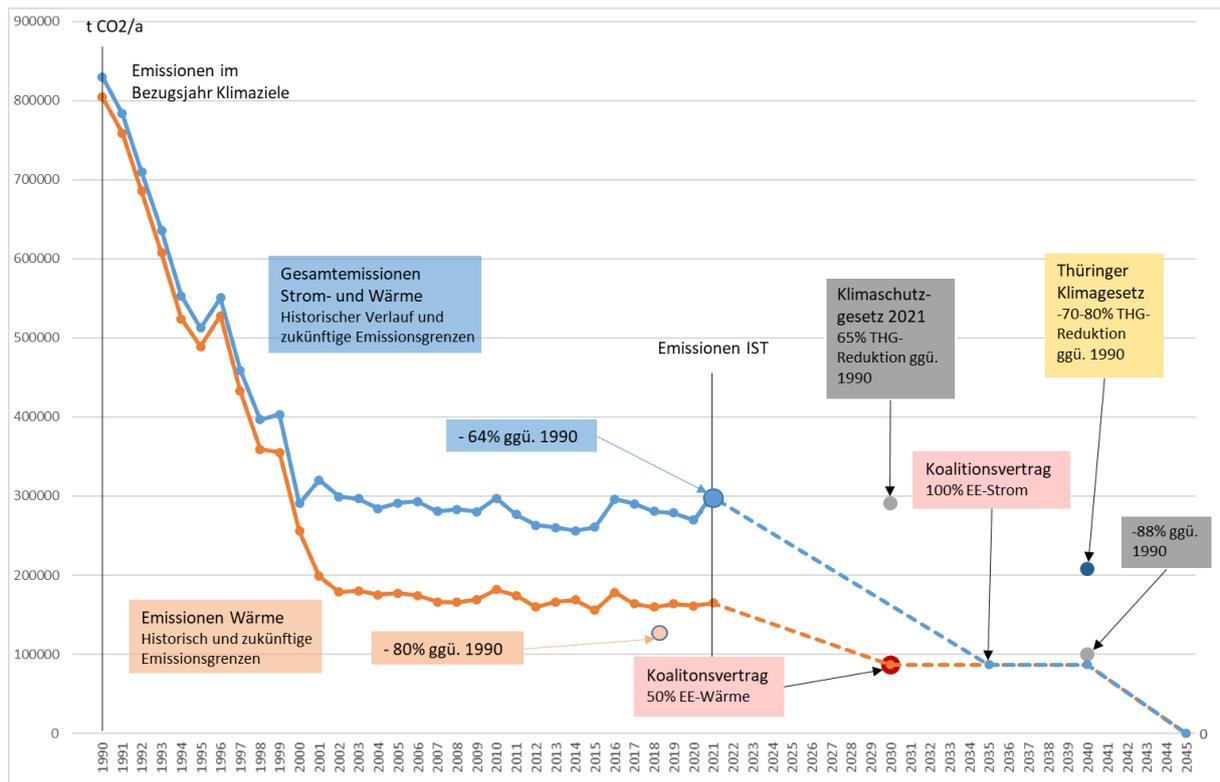


Abbildung 1: Historische Emissionswerte der Stadtwerke Erfurt Energie und zukünftige maximale Emissionsgrenzen<sup>4</sup>

Als Ergebnis der Simulation wurden vier verschiedene Transformationspfade entwickelt, die alle zu einer klimaneutralen Fernwärmeversorgung im Jahr 2045 führen, dazu jedoch auf unterschiedliche Technologieschwerpunkte zurückgreifen. Entsprechend unterscheiden sich die verschiedenen Pfade hinsichtlich ihrer individuellen Abhängigkeiten (Entwicklung von Invest- und Betriebskosten, Verfügbarkeiten von EE-Potentialen, Geostrategie) und somit auch Wärmegestiegungskosten und erforderlichen Förderbedarfen.

Die Dekarbonisierungspfade lassen sich wie folgt kurz charakterisieren:

1. **Geothermie-Pfad:** Die SWE Energie GmbH errichtet in diesem Szenario bis 2030 eine tiefengeothermische Anlage mit bis zu 60 MW thermischer Leistung als künftige zentrale Komponente der Fernwärmeerzeugung. Weitere Optionen wie der Weiterbetrieb von Bestandsanlagen mit dem in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** beschriebenen Brennstoffmix, die Nutzung von Biomasse, Abwärme und die Errichtung von Photovoltaikanlagen oder Speichern stehen dem Optimierer zur Verfügung.
2. **Wind-Pfad:** Die SWE Energie GmbH schließt bis 2025 einen Windpark mit einer Leistung von 41,2 MW über eine Direktleitung an den Erzeugerstandort Erfurt-Ost an und nutzen die elektrische Energie mittels Wärmepumpen bzw. Heizstäben zur Fernwärmeerzeugung. Weitere Optionen wie der Weiterbetrieb von Bestandsanlagen mit dem in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** beschriebenen Brennstoffmix, die Nutzung von Biomasse, Abwärme und die Errichtung von Photovoltaikanlagen oder Speichern stehen dem Optimierer zur Verfügung, eine tiefengeothermische Anlage kann hingegen nicht realisiert werden.

<sup>4</sup> SWE Energie GmbH (2022)

3. **Wind-/Geothermie-Pfad:** Die SWE Energie GmbH verfolgt sowohl den Direktanschluss eines Windparks mit 41,2 MW bis 2025 als auch die Errichtung einer tiefeingeothermischen Anlage mit 60 MW thermischer Leistung bis 2030. Weitere Optionen wie der Weiterbetrieb von Bestandsanlagen mit dem in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** beschriebenen Brennstoffmix, die Nutzung von Biomasse, Abwärme und die Errichtung von Photovoltaikanlagen oder Speichern stehen dem Optimierer zur Verfügung.
4. **Gas-Pfad:** Die SWE Energie GmbH setzt ab 2035 auf die ausreichende Verfügbarkeit von Grünem Gas um Kraft-Wärme-Kopplung zu betreiben; Windkraft und Tiefeingeothermie werden als Optionen nicht zur Verfügung gestellt. Weitere Optionen wie der Weiterbetrieb von Bestandsanlagen mit dem in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** beschriebenen Brennstoffmix, die Nutzung von Biomasse, Abwärme und die Errichtung von Photovoltaikanlagen oder Speichern stehen dem Optimierer zur Verfügung.

Die vier Dekarbonisierungspfade lösen die Aufgabe, den Fernwärmebedarf Erfurts klimaneutral und kostenoptimal zu decken, durchaus unterschiedlich.

Alle vier Pfade halten die **Emissionsziele** ein und erlauben eine klimaneutrale Fernwärmeversorgung Erfurts im Jahr 2045. Dabei profitiert die SWE Energie GmbH in unterschiedlichem Maße von eigenen Dekarbonisierungsbemühungen durch Investitionen in emissionsfreie Technologien und der Dekarbonisierung der öffentlichen Stromversorgung bzw. der Verfügbarkeit von Grünen Gasen. Entsprechend unterschiedlich fallen die **Abhängigkeiten** der einzelnen Dekarbonisierungspfade vom Strom- bzw. Gaspreis aus. Insbesondere hinsichtlich des Grünen Gases (Biomethan oder Wasserstoff) besteht nicht nur ein Risiko hinsichtlich des Preises, sondern auch eines hinsichtlich der generellen Verfügbarkeit auf den globalen Energiemärkten.

In allen vier Dekarbonisierungspfaden findet eine **Diversifizierung** der Wärmeherzeugung statt, allerdings in unterschiedlichem Ausmaß. Bioenergie und die Ab- bzw. Umgebungswärmenutzung mittels Wärmepumpen werden in allen Pfaden eingesetzt. Aber erst der Einsatz von Geothermie und/oder windkraftgestützter Power-to-Heat-Technologien führt zu einer deutlichen Verringerung der Abhängigkeit von Brenngasen. Anhand überschlägiger Betrachtung konnten nur für den Wind-/Geothermiepfad sowie den Gaspfad der Ausfall der größten Erzeugereinheit durch die verbliebenen Aggregate ausgeglichen werden (**n-1 Sicherheit**).

Alle vier Dekarbonisierungspfade führen zu einem deutlichen Anstieg der Kosten im Vergleich zum Ist-Zustand. Am höchsten ist dieser beim Gaspfad, der technologisch durch die vorgenommenen Re-Investmaßnahmen in die Bestandstechnologien einem „weiter-so“-Szenario noch am nächsten kommt. Daraus lässt sich ein **Förderbedarf** ableiten, der sich in Investitions- und Betriebskosten unterscheidet.

Bei allen Transformationspfaden ist ein signifikanter Rückgang der KWK-Nutzung und damit eine Reduzierung der Stromerzeugung bei steigendem Eigenbedarf von Strom zur Wärmeherzeugung zu beobachten.

Tabelle 1: Bewertungsmatrix für die vier Dekarbonisierungspfade

	Geothermie	Wind	Wind/Geo	Gas
Abhängigkeit vom Strompreis	gering	gering	gering	gering
Abhängigkeit vom Gaspreis	mittel	hoch	gering	hoch
Geostrategische Abhängigkeit	mittel	hoch	gering	hoch
Diversifizierung	mittel	mittel	hoch	gering
(n-1) Sicherheit	nein	nein	ja	ja
Förderbedarf Investitionen	mittel	gering	mittel	gering
Förderbedarf Betriebskosten	mittel	hoch	mittel	hoch
spez. Wärmegestiegungskosten 2045 (Vergleich der Pfade untereinander)	niedrig	hoch	niedrig	hoch

Der Wind-/Geothermie-Pfad ist der Transformationspfad, der mit die niedrigsten Wärmegestiegungskosten mit gleichzeitig geringster Abhängigkeit hinsichtlich Verfügbarkeiten und Kostenentwicklungen an den Energiemärkten aufweist und zusätzlich einen erhöhten Faktor der Versorgungssicherheit (n-1- Kriterium) bietet. Daher wurde dieser als favorisierter Pfad verfolgt.

Die folgenden beiden Grafiken zeigen die Zusammensetzung der Wärmeherzeugung dieses Pfades für die Wegmarken 2030 und 2045:

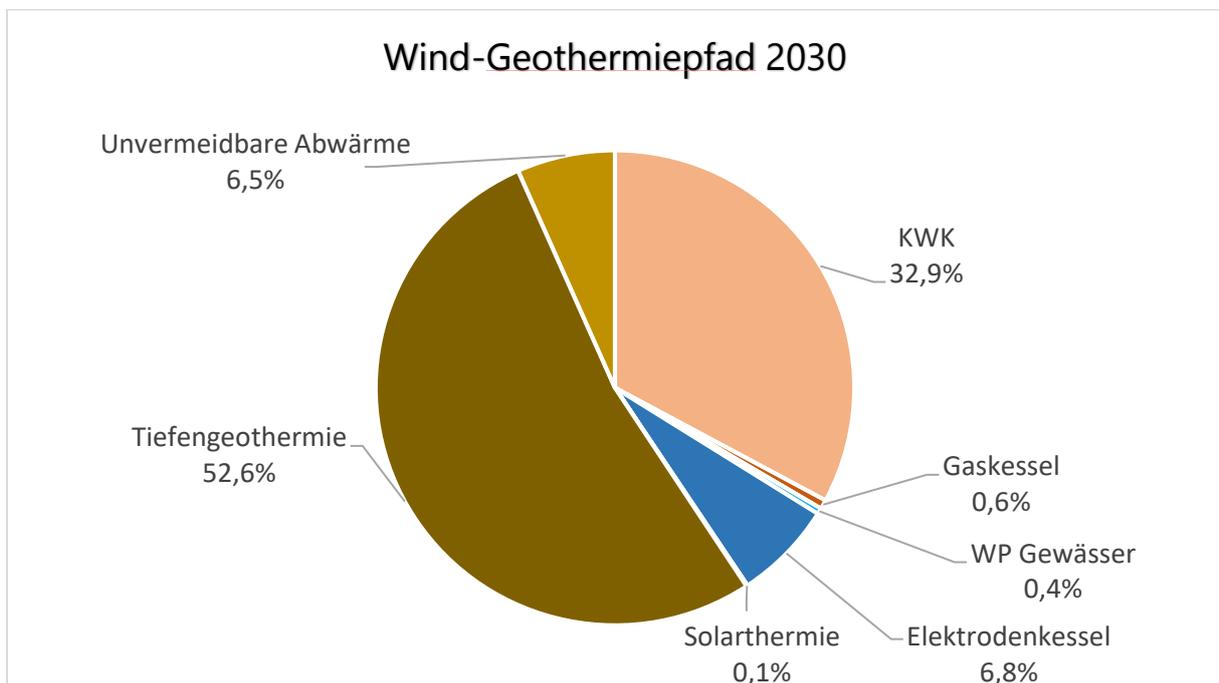


Abbildung 2: Zusammensetzung der jährlich erzeugten Wärme 2030 - Wind-/Geothermiepfad

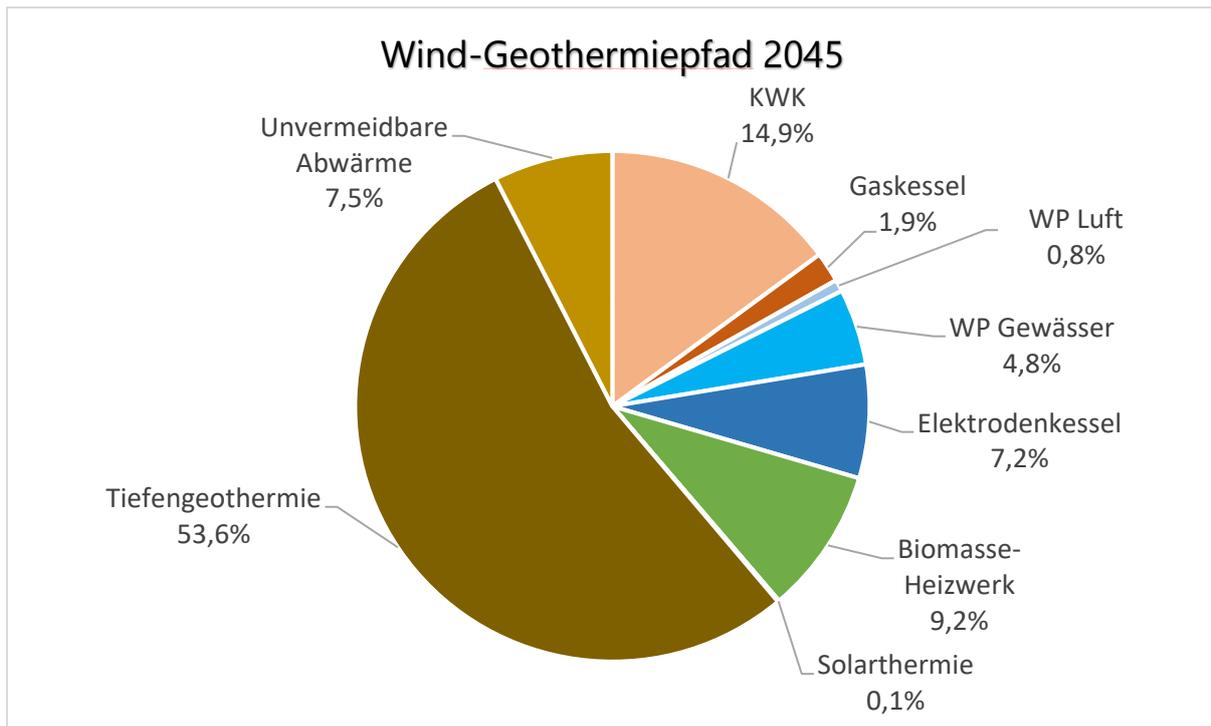


Abbildung 3: Zusammensetzung der jährlich erzeugten Wärme 2045- Wind-/Geothermiepfad

Um diesen speziellen Transformationspfad umsetzen zu können, aber auch für die Transformation im Allgemeinen, werden entsprechende politische Rahmenbedingungen zur Umsetzbarkeit und Verfügbarkeit von Technologien am Markt benötigt.