



# **MASTERPLAN ZUR ERWEITERUNG UND DEFOSSILISIERUNG DER FERNWÄRMEVERSORGUNG IN DER STADTGEMEINDE KAPFENBERG**

## **Autor\*innen**

Dipl.-Ing. Franz Mauthner, M.Sc.

Dipl.-Ing. (FH) Joachim Kelz

Andreas Stöger, M.Sc.

Dipl.-Ing. Wolfgang Gruber-Glatzl

## **AEE – Institut für Nachhaltige Technologien**

Dipl.-Ing. Christian Halmdienst

## **Pink GmbH Energie- u. Speichertechnik**

Dipl.-Ing. Dr. Daniel Grill

Dipl.-Ing. Elke Wieland

## **Stadtwerke Kapfenberg GmbH**

Mag. Dipl.-Ing. Joachim Ninaus

## **Stadtgemeinde Kapfenberg**

Gleisdorf, Juni 2024

**Auftraggeber:****Das Land Steiermark**

Abteilung 15 – Energie, Wohnbau, Technik

Landhausgasse 7

A-8010 Graz

Tel.: +43-316 877 4556

Fax: +43-316 877 4569

**E-Mail:** [wohnbau@stmk.gv.at](mailto:wohnbau@stmk.gv.at)

**Fördervertrag:**

**GZ.: ABT15-202167/2021-39** vom 22. April 2022

**Auftragnehmer:****Stadtgemeinde Kapfenberg**

Mag. Dipl.-Ing. Joachim Ninaus

8605 Kapfenberg, Koloman-Wallisch-Platz 1

Tel.: +43 (0)3862 22501-1700

**E-Mail:** [baudirektion@kapfenberg.gv.at](mailto:baudirektion@kapfenberg.gv.at)

**P1: AEE - Institut für Nachhaltige Technologien**

Dipl.-Ing. Franz Mauthner, M.Sc.

8200 Gleisdorf, Feldgasse 19

Tel.: +43-3112 5886 - 223

**E-Mail:** [f.mauthner@aee.at](mailto:f.mauthner@aee.at)

**P2: Pink GmbH Energie- u. Speichertechnik**

Dipl.-Ing. Christian Halmdienst

8665 Langenwang, Bahnhofstrasse 22

Tel.: +43 (0)3854 3666-60

**E-Mail:** [c.halmdienst@pink.co.at](mailto:c.halmdienst@pink.co.at)

**Stadtwerke Kapfenberg GmbH**

Dipl.-Ing. Dr. Daniel Grill

8605 Kapfenberg, Stadtwerkestraße 6

Tel.: +43 (0)3862 23516 2350

**E-Mail:** [daniel.grill@stadtwerke-kapfenberg.at](mailto:daniel.grill@stadtwerke-kapfenberg.at)



## Inhalt

|          |                                                                                         |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>KURZFASSUNG .....</b>                                                                | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>PROJEKTÜBERSICHT .....</b>                                                           | <b>7</b>  |
| 2.1      | Motivation .....                                                                        | 7         |
| 2.2      | Projektgegenstand .....                                                                 | 7         |
| 2.3      | Projekthalte und Zielsetzungen .....                                                    | 7         |
| 2.4      | Arbeitspakete .....                                                                     | 8         |
| 2.5      | Bearbeitungszeitraum .....                                                              | 9         |
| <b>3</b> | <b>ERGEBNISDOKUMENTATION .....</b>                                                      | <b>10</b> |
| 3.1      | Ausgangssituation .....                                                                 | 10        |
| 3.2      | Abgrenzung des Untersuchungsgebietes .....                                              | 11        |
| 3.3      | Statusanalyse „Fernwärmenetz Stadt“ .....                                               | 12        |
| 3.3.1    | Energietechnische und ökologische Bewertung des Status quo .....                        | 13        |
| 3.4      | Stufenplan zum Fernwärme-Ausbau .....                                                   | 16        |
| 3.4.1    | Bauabschnitt 1 (Ende 2027) .....                                                        | 16        |
| 3.4.2    | Bauabschnitt 2 (2028+) .....                                                            | 17        |
| 3.4.3    | Energietechnische und ökologische Bewertung des Stufenplans .....                       | 19        |
| 3.5      | Abwärmepotenzialerhebung und -analyse .....                                             | 25        |
| 3.5.1    | Identifizierte und untersuchte Standorte .....                                          | 25        |
| 3.5.2    | Interpretation / Analyse / Fazit .....                                                  | 30        |
| 3.6      | Thermo-hydraulische Netzsimulation und Analyse .....                                    | 32        |
| 3.6.1    | Basisdaten des Netzmodells .....                                                        | 33        |
| 3.6.2    | Ergebnisse Netzsimulation im Auslegungsfall .....                                       | 34        |
| 3.6.3    | Ergebnisse thermo-hydraulische Jahressimulation [ ] .....                               | 39        |
| 3.6.4    | Detailbetrachtung „Ringleitung“ .....                                                   | 42        |
| 3.6.5    | Detailbetrachtung „Abdeckungsanteile“ .....                                             | 45        |
| 3.6.6    | Interpretation / Analyse / Fazit .....                                                  | 47        |
| 3.7      | Umsetzung in der Örtlichen Planung .....                                                | 49        |
| 3.7.1    | Ergebnisdarstellung .....                                                               | 49        |
| 3.7.2    | Änderungsvorschläge für das STEK (Wortlaut) und Input für die Evaluierung des SKE ..... | 51        |
| <b>4</b> | <b>VERWERTUNG DER PROJEKTERGEBNISSE UND AUSBLICK .....</b>                              | <b>52</b> |
| <b>5</b> | <b>VERZEICHNISSE .....</b>                                                              | <b>53</b> |
| 5.1      | Literatur .....                                                                         | 53        |
| 5.2      | Abbildungen .....                                                                       | 53        |
| 5.3      | Tabellen .....                                                                          | 55        |
| <b>6</b> | <b>ANHANG .....</b>                                                                     | <b>56</b> |

# 1 Kurzfassung

## Hintergrund und Motivation

Die Fernwärmeversorgung in der Stadtgemeinde Kapfenberg wird aktuell überwiegend aus Gaskesselanlagen bereitgestellt sowie in geringem Ausmaß über eine Wärmeauskopplung aus dem Stahlwerk der voestalpine Böhler Edelstahl GmbH & Co KG. Diese Situation ist in mehrfacher Hinsicht problematisch (Stichworte: Versorgungssicherheit, Umweltschutz, Rechtskonformität, Förderfähigkeit) und widerspricht darüber hinaus den energie- und klimapolitischen Zielsetzungen hinsichtlich einer klimafreundlichen Wärmeversorgung, wie sie im Stadtentwicklungskonzept (STEK) bzw. im Sachbereichskonzept Energie (SKE) der Stadtgemeinde Kapfenberg verankert sind.

Vor diesem Hintergrund ist es erforderlich, die Potenziale zur Defossilisierung und zum Ausbau der städtischen Fernwärme eingehend zu untersuchen, konkrete Umsetzungspfade unter Berücksichtigung veränderlicher Wärmebedarfe und lokaler erneuerbarer Potenziale zu erarbeiten und eine planvolle Umsetzung auf den Weg zu bringen.

## Projektgegenstand

Projektgegenstand ist die Erstellung eines Masterplans zur Erweiterung und Defossilisierung der Fernwärmeversorgung in Kapfenberg in Abstimmung mit den strategischen Plänen der Stadtwerke Kapfenberg GmbH sowie unter Berücksichtigung der energie- und klimapolitischen Zielsetzungen der Stadtgemeinde Kapfenberg.

## Projekthinhalte und Zielsetzungen

Die Projekthinhalte und Zielsetzungen umfassen die räumlich und zeitlich hochauflösende Statuserhebung und Analyse des Kapfenberger Stadtnetzes inklusive Evaluierung von Potenzialen zur Verdichtung, Erweiterung und Defossilisierung (Fokus: Abwärme, Biomasse) der Fernwärmeversorgung bis 2030. Ein daraus abgeleiteter Stufenplan zum Fernwärmeausbau wird nach energetischen, ökologischen und thermo-hydraulischen Gesichtspunkten eingehend untersucht.

Als Zielvorgabe im Rahmen der Masterplanung sollen die Anforderungen an hocheffiziente Fernwärmesysteme gemäß [§ 4 Z 37a Stmk. BauG](#) [1] übertroffen werden, die mitunter maßgeblich sind für die ökologische Wohnbauförderung des Landes Steiermark [2].

## Ergebnisse und Erkenntnisse

### Status quo und Stufenplan zum Fernwärmeausbau Kapfenberg

Das Kapfenberger Stadtnetz wird seit 1969 stetig erweitert und umfasste mit Ende 2023 rund 11.200 Trassenmeter zur Wärmeversorgung von 87 Objekten mit einer nominalen Anschlussleistung von 16.746 kW. Der Wärmeabsatz im Abrechnungsjahr 2023 beträgt 16.634 MWh.

Im Herbst 2023 wurde im Gemeinderat die Finanzierungsentscheidung zur Planung und Umsetzung eines ambitionierten Fernwärmeausbauplans beschlossen, wonach das Kapfenberger Fernwärmeversorgungssystem bis 2030 in zwei Bauabschnitten stufenweise großflächig ausgebaut und erweitert werden soll.

In Tabelle 1 sind die wesentlichen Eckdaten und technischen Kennzahlen zum Status quo der Fernwärme für das Betriebsjahr 2023 sowie die avisierten Ausbauziele bis Ende 2027 (Bauabschnitt 1, BA1) bzw. nach 2028 (Bauabschnitt 2, BA2) angeführt.

In Abbildung 1 sind das Bestandsnetz sowie die Ausbauschritte je Bauabschnitt gemäß Stufenplan dargestellt.

Tabelle 1: Technische Kennzahlen (Status quo und Bauabschnitte) zum Fernwärmeausbau Kapfenberg 2024-2030

|                      |         | Bestand   | nach BA 1 | nach BA 2 |
|----------------------|---------|-----------|-----------|-----------|
|                      |         | Ende 2023 | Ende 2027 | Nach 2028 |
| Anzahl Abnehmer      | -       | 87        | 347       | 481       |
| Rohrnetzlänge        | Trm     | 11.200    | 28.782    | 33.397    |
| Anschlussleistung    | kW      | 16.746    | 32.028    | 41.917    |
| Wärmeabsatz          | MWh/a   | 16.634    | 34.785    | 45.214    |
| Einspeiserleistung   | kW      | 13.150    | 19.150    | 30.150    |
| Trassenbelegung [*]  | kWh/Trm | 1.485     | 1.209     | 1.354     |
| Trassenbelegung [**] | kWh/Trm |           | 1.374     | 1.511     |

\* Transportleitung von Stahlwerk Norske Skog nach Kapfenberg berücksichtigt (ca. 3.470 Trm)

\*\* Transportleitung von Stahlwerk Norske Skog nach Kapfenberg nicht berücksichtigt

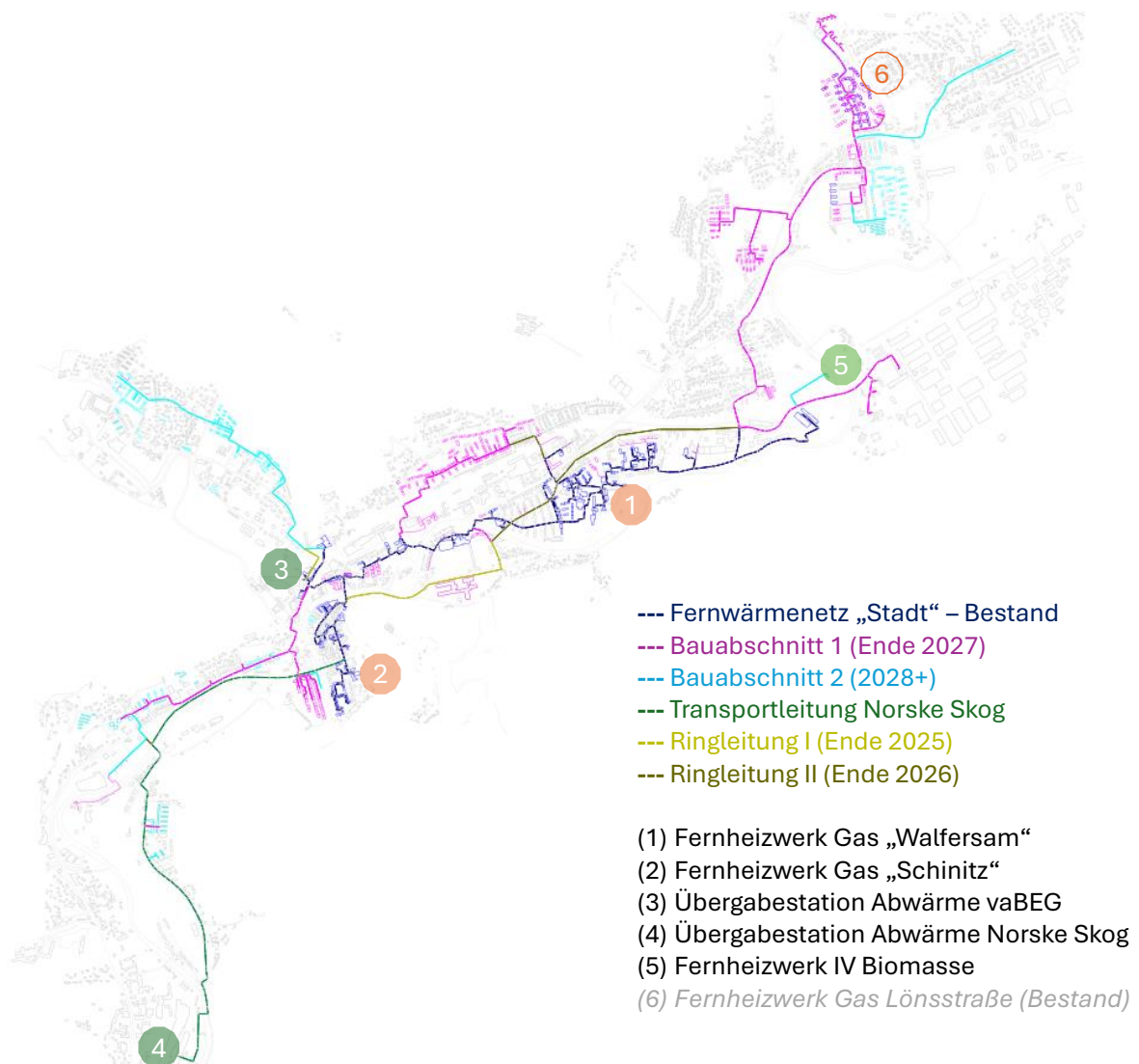


Abbildung 1: Netzplan (Status quo und Bauabschnitte) zum Fernwärmeausbau Kapfenberg 2024-2030

### Energetechnische und ökologische Bewertung Status quo und Stufenplan

Insgesamt sollen in den beiden Bauabschnitten neue Fernwärmeleitungen im Ausmaß von rund 22.200 Trassenmetern neu errichtet und bis zu 400 neue Abnehmer angeschlossen werden. Der Wärmeabsatz steigt von rund 16,6 GWh/a im Referenzjahr 2023 auf prognostizierte 45,2 GWh/a (+270%) im avisierten Endausbau 2030 (Tabelle 1).

Der Brennstoffeinsatz (Endenergie) zur Fernwärmebereitstellung im Referenzjahr 2023 lag bei 22.188 MWh (84% Erdgas, 16% Abwärme). Dieser Endenergieeinsatz korrespondierte mit jährlichen Treibhausgasemissionen von 3.843 Tonnen CO<sub>2</sub>e. Bezogen auf den Wärmeabsatz errechnen sich spezifische CO<sub>2</sub>e-Emissionen für Fernwärme ab Hausübergabestation von 231 gCO<sub>2</sub>e/kWh (Abbildung 2, links). Der Primärenergieverbrauch lag im Referenzjahr bei insgesamt 24.062 MWh, wovon rund 86% auf nicht erneuerbare Primärenergie entfielen und nur rund 14% auf erneuerbare Primärenergie (Abbildung 2, rechts).

Die Fernwärmeaufbringung gemäß Stufenplan wurde im Rahmen des Projektes anhand von Szenarioanalysen energetisch, ökologisch und thermo-hydraulisch untersucht. Gemäß Szenario zur Bedarfsdeckung 2030 mit erweiterter Abwärmeauskoppelung aus dem Stahlwerk der vaBEG, Abwärmeauskoppelung aus der Papierfabrik Norske Skog sowie einem neuen Biomasse-Heizwerk wurde im Energiesystemmodell ein Primärenergiebedarf von 59.460 MWh ermittelt, wovon nur noch rund 9% auf nicht erneuerbare Primärenergie entfallen und 91% auf erneuerbare Primärenergie (Abbildung 2, rechts). Die spezifischen Treibhausgasemissionen in gCO<sub>2</sub>e pro kWh verkaufte Fernwärme verringern sich in diesem Szenario von 231 gCO<sub>2</sub>e/kWh im Referenzjahr 2023 auf 40 gCO<sub>2</sub>e/kWh im avisierten Endausbau 2030.

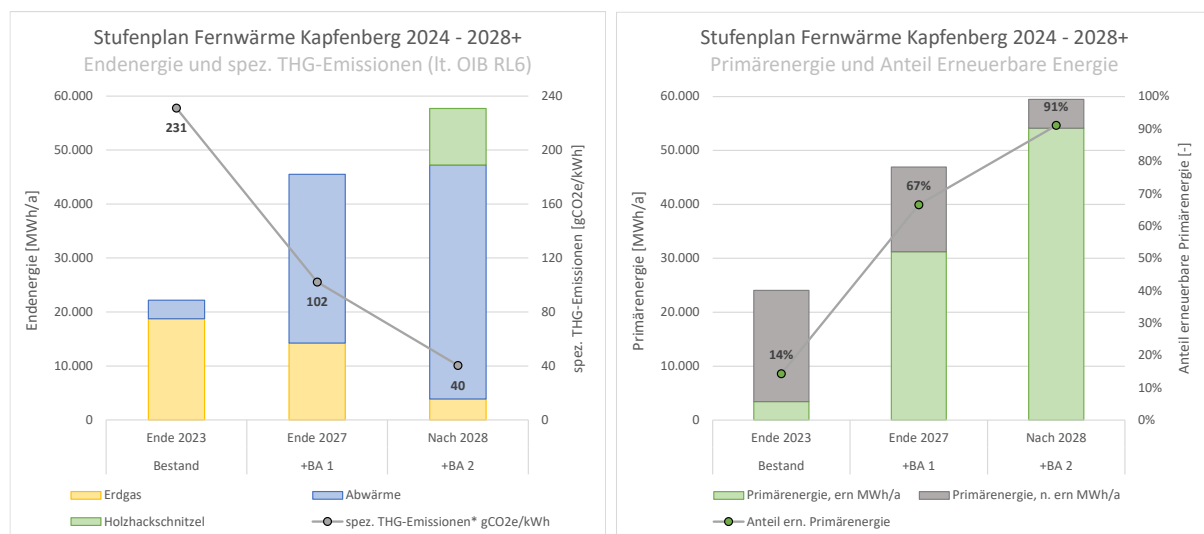


Abbildung 2: Energetechnische und ökologische Bewertung (Status quo und Bauabschnitte) zum Fernwärmeausbau Kapfenberg 2024-2030

**FAZIT:** Entsprechend dem Stufenplan zum Fernwärme-Ausbau Kapfenberg und unter den getroffenen Szenario-Annahmen können die Anforderungen an hocheffiziente Fernwärme gemäß [§ 4 Z 37a Stmk. BauG](#) [1] bis 2030 erfüllt werden: Nach Abschluss von Bauabschnitt 2 kann die Fernwärmeaufbringung zu über 90% mittels erneuerbarer Primärenergie (Abwärme und Biomasse) bereitgestellt werden. Die spezifischen Treibhausgasemissionen ab Hausübergabestation liegen im avisierten Endausbau bei rund 40 gCO<sub>2</sub>e/kWh. Dieser Wert übertrifft bereits die Kriterien für effiziente Fernwärmesysteme gemäß Artikel 26 (2) der [EU-Richtlinie 2023/1791 zur Energieeffizienz](#) [3], die für Energiedienstleistungsunternehmen ab dem 1. Januar 2045 verpflichtend einzuhalten sind.

### Thermo-hydraulische Netzsimulation

Im Rahmen des Projekts wurde ein detailliertes Modell des Kapfenberger Fernwärmenetzes erstellt, das eine umfassende thermohydraulische Analyse (Energie und Leistungen in 15min Auflösung, Druckverhältnisse, Wärmeverluste) sowohl des Bestandsnetzes als auch für definierte Ausbauszenarien entsprechend der Bauabschnitte im Stufenplan ermöglicht. Alle relevanten Berechnungsergebnisse und möglichen Szenario-Varianten wurden dem Projektkonsortium in Form eines Analysetools mit grafischer Benutzeroberfläche (simplex-viewer) zur weiteren Verwendung und für eigene nachgelagerte Parameterstudien und Detailbetrachtungen zur Verfügung gestellt.

Grundsätzlich zeigt die Analyse, dass die geplante Netzerweiterung trotz der angedachten Vervielfachung der Wärmeabnahme und der damit erforderlichen Erhöhung der Einspeisekapazitäten möglich ist. Die Detailbetrachtungen und Szenarioanalysen haben ergeben, dass sich im Zuge der Kapazitätserweiterungen netzhydraulischer Engpässe einstellen, die mittels Ringleitungen entschärft werden können bzw. müssen. Daneben ist die Integration neuer Wärmequellen, im Wesentlichen die Erschließung neuer Abwärmepotenziale sowie der Bau eines neuen Biomasse-Heizwerkes, erforderlich, um den gesteigerten Leistungsbedarf decken zu können bzw. um Versorgungs- und Ausfallssicherheit auch zukünftig zu gewährleisten.

Die Wärmeverluste im Leitungsnetz steigen im Zuge des Netzausbaus aufgrund der geringeren Trassenbelegung von rund 12% im Referenzjahr 2023 auf 18-19% im avisierten Endausbau an (vgl. Tabelle 1). Dem gegenüber steht ein höherer Jahresnutzungsgrad des Gesamtsystems, da die gesteigerte Abwärmeauskoppelung aus dem Stahlwerk der vaBEG sowie aus der Papierfabrik Norske Skog mit geringeren Umwandlungsverlusten verbunden ist als die aktuelle Umwandlung in den gasgeführten Fernheizwerken. Insgesamt resultieren die Maßnahmen in einer signifikanten Erhöhung des Anteils erneuerbarer Primärenergie in der Fernwärmeaufbringung sowie, damit verbunden, in einer signifikanten Reduktion der fernwärmebedingten Treibhausgasemissionen (vgl. Abbildung 2).

### Umsetzung in der Örtlichen Entwicklungsplanung

Die Projektergebnisse dienen der Stadtgemeinde Kapfenberg als Basis für eine Aktualisierung und Konkretisierung der Festlegungen im Stadtentwicklungskonzept (STEK) bzw. im Sachbereichskonzept Energie (SKE).

Im Wortlaut des STEK können auf Basis der Ergebnisse die sachbezogenen Zielsetzungen oder Beschreibungen angepasst bzw. weiterführend diskutiert werden. Vorschläge zur Adaptierung werden für die Punkte Klimaziele, Erhöhung der Wohnqualität, Energie und Entwicklungsprioritäten verfasst.

### **Verwertung der Projektergebnisse**

Die Projektergebnisse dienen der Stadtgemeinde Kapfenberg als Basis für eine Aktualisierung und Konkretisierung der Festlegungen im Stadtentwicklungskonzept (STEK) bzw. im Sachbereichskonzept Energie (SKE). Die Nutzung bzw. Integration der vorliegenden Ergebnisse und Erkenntnisse bei der Erstellung eines kommunalen Wärmeplans für die Stadtgemeinde Kapfenberg ist zielführend und wird empfohlen.

Für die Stadtwerke Kapfenberg GmbH dienen die vorliegenden Ergebnisse und Erkenntnisse als Basis für die nachgelagerte Umsetzungsplanung und bildet darüber hinaus eine fundierte fachliche Grundlage zur Erstellung eines Transformationsplans, wie er gemäß Artikel 26 (5) der [EU-Richtlinie 2023/1791 zur Energieeffizienz](#) [3] mit Beginn 1. Januar 2025 für Betreiber verpflichtend zu erstellen ist.

## 2 Projektübersicht

### 2.1 Motivation

Die Fernwärmeversorgung in der Stadtgemeinde Kapfenberg wird aktuell überwiegend aus Gaskesselanlagen bereitgestellt sowie in geringem Ausmaß über eine Wärmeauskopplung aus dem Stahlwerk der voestalpine Böhler Edelstahl GmbH & Co KG (in weiterer Folge vaBEG). Diese Situation ist in mehrfacher Hinsicht problematisch (Stichworte: Versorgungssicherheit, Umweltschutz, Rechtskonformität, Förderfähigkeit) und widerspricht darüber hinaus den energie- und klimapolitischen Zielsetzungen hinsichtlich einer klimafreundlichen Wärmeversorgung, wie sie im Stadtentwicklungskonzept (STEK) bzw. im Sachbereichskonzept Energie (SKE) der Stadtgemeinde Kapfenberg verankert sind.

Vor diesem Hintergrund ist es erforderlich, die Potenziale zur Defossilisierung und zum Ausbau der städtischen Fernwärme eingehend zu untersuchen, konkrete Umsetzungspfade unter Berücksichtigung veränderlicher Wärmebedarfe und lokaler erneuerbarer Potenziale zu erarbeiten und eine planvolle Umsetzung auf den Weg zu bringen.

### 2.2 Projektgegenstand

Projektgegenstand ist die Erstellung eines Masterplans zur Erweiterung und Defossilisierung der Fernwärmeversorgung in Kapfenberg in Abstimmung mit den strategischen Plänen der Stadtwerke Kapfenberg GmbH sowie unter Berücksichtigung der energie- und klimapolitischen Zielsetzungen der Stadtgemeinde Kapfenberg.

Ein Bestandteil der Untersuchung umfasst die Evaluierung des Stufenplans hinsichtlich der Anforderungen an hocheffiziente Fernwärmesysteme gemäß [§ 4 Z 37a Stmk. BauG](#) [1], die mitunter maßgeblich sind für die Wohnbauförderung in der Steiermark [2]:

**hocheffiziente Fernwärme:** *Fernwärmesysteme, die zumindest eines der zwei nachfolgenden Kriterien erfüllen:*

- a) Die Fernwärme stammt zumindest zu 80 % aus erneuerbaren Energieträgern, aus Abwärme aus hocheffizienten Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen, aus sonstiger Abwärme oder einer Kombination dieser oder*
- b) aus Anlagen, die über einen verbindlichen Dekarbonisierungsplan verfügen, mit dem die dauerhafte Einhaltung dieser Kriterien ab 2035 sichergestellt ist, und keine Ausweitung der mit fossilen Brennstoffen erzeugten Anlagenleistung erfolgt;*

Eine weitere relevante Rechtsmaterie für Fernwärmebetreiber mit Bezug zum vorliegenden Projekt betrifft die Neufassung der EU Energy Efficiency Directive ([EED – recast EU/2023/1791](#)). Artikel 26 sieht hier die verpflichtende Erstellung von Transformationsplänen für Fernwärmesystemen >5MW Fernwärmeausstoß mit dem Ziel einer vollständigen Dekarbonisierung bis 2050 vor [3].

### 2.3 Projektinhalte und Zielsetzungen

Die Projektinhalte und Zielsetzungen umfassen die räumlich und zeitlich hochauflösende Statuserhebung und Analyse des Kapfenberger Städtischen Netzwerkes inklusive Evaluierung von Potenzialen zur Verdichtung, Erweiterung und Defossilisierung (Fokus: Abwärme, Biomasse) der Fernwärmeversorgung bis 2030. Ein daraus abgeleiteter Stufenplan zum Fernwärmeausbau wird nach energetischen, ökologischen und thermo-hydraulischen Gesichtspunkten eingehend untersucht.

Als Zielvorgabe im Rahmen der Masterplanung sollen die Anforderungen an hocheffiziente Nah- und Fernwärmesysteme <sup>[1]</sup> gemäß [§ 4 Z 37a Stmk. BauG](#) [1] übertroffen werden.

Die Projektverantwortlichkeit obliegt der Stadtgemeinde Kapfenberg (Stadtbaudirektion), die ihrerseits Interesse an einem planvollen Ausbau und der Defossilisierung der städtischen Fernwärme durch das verbundene Unternehmen Stadtwerke Kapfenberg GmbH hat. Die Bearbeitung erfolgt in enger Abstimmung zwischen den Stadtwerken Kapfenberg GmbH (Datenbereitstellung, Szenarioentwicklung), AEE INTEC (Projektmanagement, Bestands- und Potenzialanalyse, GIS-Datenintegration, Energiesystem-Modellierung, Szenario-Analyse, Umsetzung in der Örtlichen Planung), Pink GmbH (thermo-hydraulische Netzsimulation, Szenario-Analyse) sowie der Stadtgemeinde Kapfenberg (Umsetzung in der Örtlichen Planung).

Die Projektergebnisse dienen der Stadtgemeinde Kapfenberg als Basis für eine Aktualisierung und Konkretisierung der Festlegungen im Stadtentwicklungskonzept (STEK) bzw. im Sachbereichskonzept Energie (SKE). Für die Stadtwerke Kapfenberg GmbH dienen die vorliegenden Ergebnisse und Erkenntnisse als Basis für die nachgelagerte Umsetzungsplanung und bildet darüber hinaus eine fundierte fachliche Grundlage zur Erstellung eines Transformationsplans, wie er gemäß Artikel 26 (5) der [EU-Richtlinie 2023/1791 zur Energieeffizienz](#) mit Beginn 1. Januar 2025 für Betreiber verpflichtend zu erstellen ist [3].

## 2.4 Arbeitspakete

In Tabelle 2 sind die Arbeitspakete und Sub-Arbeitspakete gemäß der Projektbeschreibung mit der Kennzeichnung GZ: ABT15-56821/2021-2 angeführt.

Tabelle 2: Arbeitspakete gemäß Projektbeschreibung GZ: ABT15-56821/2021-2

| PSP-Code | Teilaufgabe / Arbeitspaket                                                        |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b> | <b>Projektmanagement</b>                                                          |
| 1,1      | Projektstart, -koordination, -controlling, -abschluss                             |
| <b>2</b> | <b>Bestands- und Potenzialanalyse inkl. GIS-Datenintegration</b>                  |
| 2,1      | Datenerhebung Fernwärmesetz und Gebäudebestand inkl. Analyse und GIS-Integration  |
| 2,2      | Abwärme-Potenzialerhebung inkl. Analyse und GIS-Integration                       |
| <b>3</b> | <b>energyPRO Energiesystem-Modellierung (Status quo + Varianten)</b>              |
| 3,1      | Modellierung Status quo inkl. Kalibrierung mit Realdaten                          |
| 3,2      | Variantenrechnungen für 2-3 akkordierte Szenarien                                 |
| <b>4</b> | <b>thermo-hydraulische Netzsimulation (Status quo + Varianten)</b>                |
| 4,1      | Modellierung Status quo inkl. Kalibrierung mit Realdaten                          |
| 4,2      | Variantenrechnungen für 2-3 akkordierte Szenarien                                 |
| <b>5</b> | <b>Umsetzung in der Örtlichen Planung</b>                                         |
| 5,1      | textliche und planliche Ausgestaltung der Ergebnisse zur Verwendung im STEK / SKE |

### - AP1: Projektmanagement

AP1 umfasst Projektkoordination, Projektcontrolling, Berichtslegung, Organisation und Dokumentation von Meetings sowie die Teilnahme an Meetings.

### - AP2: Bestands- und Potenzialanalyse inkl. GIS-Datenintegration

<sup>1</sup> Für Begriffsdefinitionen zu „**klimafreundliche Nah- und Fernwärme**“ sowie zu „**hocheffiziente Nah- und Fernwärme**“ s. [Klima- und Energiefonds Leitfaden Mustersanierung](#), Juli 2023, S. 6; abgerufen am 23.05.2024

In AP2 erfolgt die Datenerhebung, Datenaufbereitung und IST-Analyse des bestehenden Fernwärmesystems, des potenziellen Fernwärme-Erweiterungsgebietes sowie der lokal verfügbaren Abwärmepotenziale als Grundlage für die weiterführende Energiesystem-Modellierung (AP3) und thermo-hydraulische Netzsimulation (AP4) inkl. Bereitstellung der Daten zur Verwendung in gängigen GIS-Systemen.

- AP3: energyPRO Energiesystem-Modellierung (Status quo + Varianten)

In AP3 wird das bestehende Fernwärmesystem der Stadtwerke Kapfenberg im energyPRO Modell nachgebildet und anhand von Realdaten für ein Referenzjahr kalibriert. Es folgt die Erarbeitung von Szenario-Annahmen zur Erweiterung und Defossilisierung der Fernwärmeversorgung in enger Abstimmung mit den Stadtwerken Kapfenberg und schließlich die Nachbildung von 2-3 akkordierten Varianten in energyPRO zur Vordimensionierung von benötigten Erzeugungs- und Speicherkapazitäten sowie zur Ermittlung von Jahresdauerlinien und optimierten Einsatzreihenfolgen.

- AP4: thermo-hydraulische Netzsimulation (Status quo + Varianten)

In AP4 erfolgt die physikalische Nachbildung und thermo-hydraulische Netzsimulation des bestehenden Wärmenetzes mit der Software „simplex“ der Firma Pink GmbH inkl. Validierung und Kalibrierung mit verfügbaren Realdaten. Das kalibrierte thermo-hydraulische Netzmodell dient in weiterer Folge zur Ermittlung von Temperatur- und Druckverteilungen, der Identifikation von Kapazitäts-Engpässen bei Netzerweiterungen und / oder beim Anschluss neuer Einspeiser, der Vordimensionierung von Pumpen und Transportleitungen zur Abwärme-Auskoppelung sowie zur Abschätzung der Wärmeverteilverluste bei entsprechend veränderlichen Randbedingungen unter den gewählten Szenario-Annahmen.

- AP5: Umsetzung in der Örtlichen Planung

In AP5 werden die Ergebnisse aus der Masterplanung zur weiteren Verwendung in der örtlichen Planung in entsprechender textlicher und planlicher Ausgestaltung aufbereitet und für die Stadtgemeinde Kapfenberg verfügbar gemacht. Planliche Darstellungen umfassen die Ersichtlichmachung von Flächenfreihaltungen für neue Heizzentralen, für Transportleitungen der Abwärme-Auskoppelungen sowie die Ausweisung von Fernwärme-Erweiterungsgebieten bzw. Eignungszonen.

## 2.5 Bearbeitungszeitraum

Der Bearbeitungszeitraum erstreckt sich von Juni 2022 bis Juni 2024 <sup>[2]</sup>. Im vorliegenden Projektendbericht sind die Ausgangssituation, Tätigkeiten, Ergebnisse und Erkenntnisse dieses Projektzeitraumes dokumentiert.

---

<sup>2</sup> Offizieller Projektstart mit Unterfertigung des Fördervertrages am 27.05.2022. Inklusive einmalig genehmigter Projektverlängerung seitens Amts der Steirischen Landesregierung

## 3 Ergebnisdokumentation

### 3.1 Ausgangssituation

Die Stadtgemeinde Kapfenberg verfügt sowohl über ein Gasnetz, das reich verzweigt ist und weite Teile des Siedlungsgebietes (teilweise auch Gebiete mit geringen Siedlungsdichten) erschließt, als auch über ein ausgedehntes Fernwärmenetz im Innenstadtbereich (Abbildung 3, Zi. 1). Daneben gibt es verteilt über den städtischen Siedlungsraum noch sieben kleinere Nahwärme- und Mikronetze, die allerdings nicht Fokus der gegenständlichen Untersuchungen sind (Abbildung 3, Zi. 2-8).

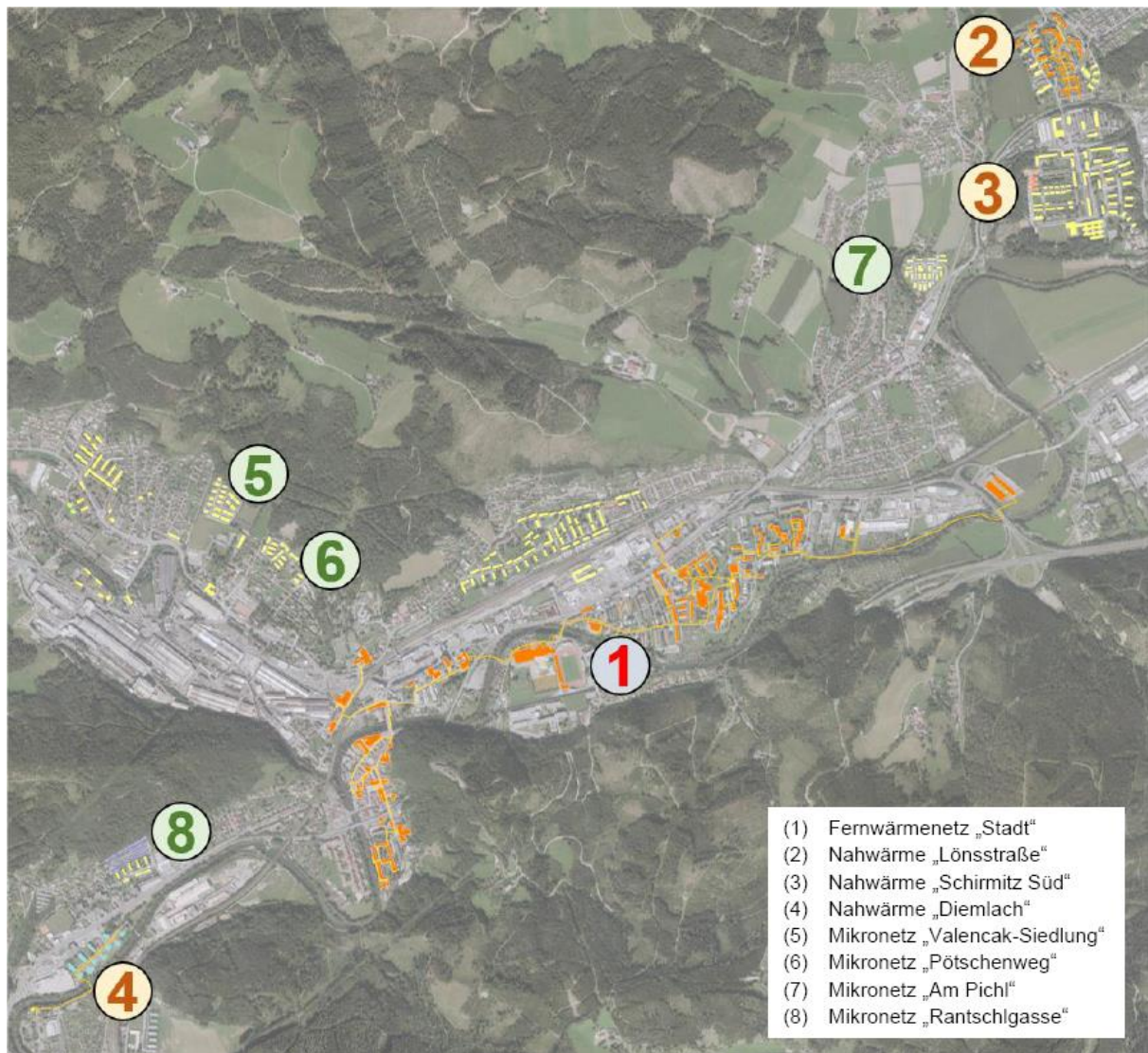


Abbildung 3: Wärmeversorgungsgebiete der Stadtwerke Kapfenberg GmbH (Q: Stadtwerke Kapfenberg GmbH)

Im Herbst 2023 wurde die Finanzierungsentscheidung zur Planung und Umsetzung eines ambitionierten Fernwärmeausbauplans im Gemeinderat beschlossen, wonach das Kapfenberger Fernwärmeversorgungssystem bis 2030 in zwei Bauabschnitten stufenweise großflächig ausgebaut und erweitert werden soll.

### **3.2 Abgrenzung des Untersuchungsgebietes**

Der Untersuchungsgegenstand fokussiert auf die Erweiterung und Defossilisierung des bestehenden „Fernwärmenetz Stadt“ (Kapitel 3.3). Die Erweiterungsgebiete (Kapitel 3.4) wurden im Projektkonsortium detailliert ausgearbeitet und stellen eine abgestimmte Grundlage für die durchgeführten und im Folgenden beschriebenen Analysen dar.

Hinsichtlich der Defossilisierung der Fernwärme-Aufbringung bieten sich im Nahbereich mehrere Abwärmequellen an. Hauptaugenmerk liegt bei der Erweiterung der Abwärme Auskoppelung aus dem neuen Stahlwerk der Firma voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG (in weiterer Folge vaBEG) sowie weiters die Anbindung in Richtung Süden zum Standort der Papierfabrik Norske Skog in der Stadt Bruck an der Mur. Weitere lokale Abwärmepotenziale wurden im Rahmen des Projektes erhoben und evaluiert (Kapitel 3.5). Als weitere und ergänzende Möglichkeiten zur Defossilisierung werden neue Biomasse-Kessel und/oder Biomasse-KWK Kapazitäten angesehen, was in den Szenarioanalysen entsprechend untersucht wird (Kapitel 3.4, Kapitel 3.6).

Flächenfreihaltungen für solarthermische Großanlagen sind nicht Projektgegenstand, da aufgrund des hohen Abwärme Aufkommens zusätzliche Solarthermie-Kapazitäten derzeit keine Priorität für die Stadtwerke Kapfenberg GmbH darstellen (kein weiterer Sommer- und Bandlastbedarf).

### 3.3 Statusanalyse „Fernwärmenetz Stadt“

Das Kapfenberger Stadtnetz wird seit 1969 stetig erweitert und umfasste mit Ende 2023 rund 11.200 Trassenmeter zur Wärmeversorgung von 87 Objekten mit einer nominalen Anschlussleistung von 16.746 kW. Der Wärmeabsatz im Abrechnungsjahr 2023 betrug 16.634 MWh. Zu den Fernwärmekunden zählen Wohn- und Geschäftseinheiten, das Sportzentrum, ein neurologisches Therapiezentrum, Alten- und Pflegeheime sowie Kindergärten und Schulen.

Die Fernwärmebereitstellung erfolgt aktuell überwiegend fossil aus vier Gaskesselanlagen mit insgesamt 8,7 MW Leistung an zwei Standorten (Walfersam 2x3.500 kW und Schinitz 2x850 kW) sowie seit 2005 über eine Wärmeauskopplung aus dem Stahlwerk der voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG (in weiterer Folge vaBEG) mit einer aktuell verfügbaren Leistung von 4.450 kW <sup>[3]</sup> (vgl. Abbildung 4).

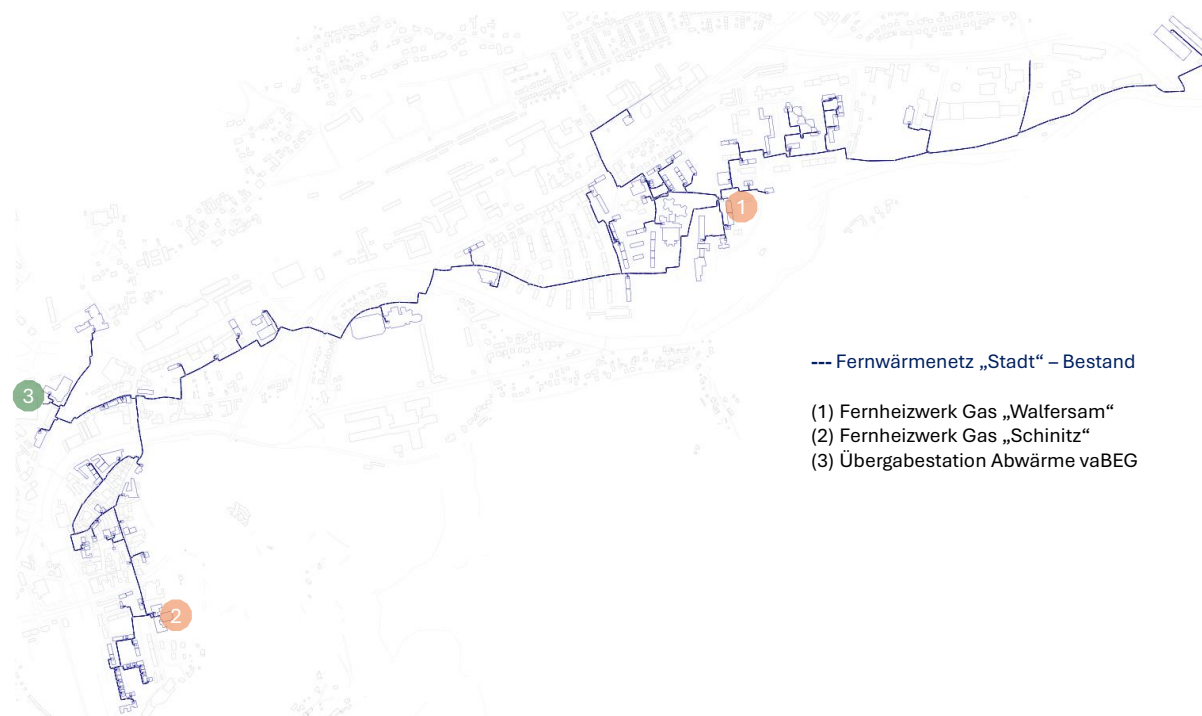


Abbildung 4: Untersuchungsgebiet „Fernwärmenetz Stadt“ inkl. Einspeiser (Q: Stadtwerke Kapfenberg GmbH, Pink GmbH, AEE INTEC)

|                     |         | Bestand   |
|---------------------|---------|-----------|
|                     |         | Ende 2023 |
| Anzahl Abnehmer     | -       | 87        |
| Rohrnetzlänge       | Trm     | 11.200    |
| Anschlussleistung   | kW      | 16.746    |
| Wärmeabsatz         | MWh/a   | 16.634    |
| Einspeiserleistung  | kW      | 13.150    |
| Trassenbelegung [*] | kWh/Trm | 1.485     |

<sup>3</sup> Die Wärmeauskopplung sowie die Tarifstruktur aus dem Stahlwerk der vaBEG sind vertraglich geregelt. Gemäß der Technischen Anschlussbedingungen vom 23.03.2020 [4] sind unterschiedliche Betriebsmodi mit jeweils unterschiedlichen Tarifen vorgesehen: A) Grundleistung von 450 kW durchgehend von Mo bis So, B) Basisbandleistung von 4.000 kW sowie C) zukünftig weitere 2.000 kW Zusatzbandleistung von Mo 06:00 bis Fr 20:00 Uhr (jeweils ausgenommen Revisionszeiten). Außerhalb der vertraglich vereinbarten Bezugszeiten für die Basisbandleistung und Zusatzbandleistung erfolgt die Wärmelieferung bei Bedarf D) über einen 5.000 kW Gaskessel.

### 3.3.1 Energietechnische und ökologische Bewertung des Status quo

In nachfolgender Tabelle 3 sind die wesentlichen Eckdaten und technischen sowie ökologischen Kennzahlen zum Status quo der Fernwärme für das Betriebsjahr 2023 angeführt.

Tabelle 3: Energietechnische Kennzahlen zum Status quo (Fernwärmenetz „Stadt“ Ende 2023)

|                                  |                  | Bestand (Ende 2023)              |
|----------------------------------|------------------|----------------------------------|
|                                  |                  | <b>Kennzahlen Netz Allgemein</b> |
| Anzahl Abnehmer                  | -                | 87                               |
| Rohrnetzlänge                    | Trm              | 11.200                           |
| <b>Trassenbelegung</b>           | <b>kWh/Trm</b>   | <b>1.485</b>                     |
|                                  |                  | <b>Aufbringung - Leistung</b>    |
| FHW Schinitz (Gas)               | kW               | 1.700                            |
| FHW Walfersam (Gas)              | kW               | 7.000                            |
| WÜST vaBEG (Abwärme, Gas)*       | kW               | 4.450                            |
| Speicher                         | m³               | nein                             |
| <b>Einspeiserleistung Gesamt</b> | <b>kW</b>        | <b>13.150</b>                    |
| <b>Anschlussleistung Gesamt</b>  | <b>kW</b>        | <b>16.746</b>                    |
|                                  |                  | <b>Aufbringung - Energie</b>     |
| FHW Schinitz (Gas)               | MWh/a            | 892                              |
| FHW Walfersam (Gas)              | MWh/a            | 12.413                           |
| WÜST vaBEG (Abwärme, Gas)*       | MWh/a            | 5.629                            |
| <b>Fernwärme-Ausstoß</b>         | <b>MWh/a</b>     | <b>18.934</b>                    |
| Verluste Umwandlung              | MWh/a            | 3.254                            |
| Verluste Umwandlung              | %                | 15%                              |
| <b>Brennstoffeinsatz</b>         | <b>MWh/a</b>     | <b>22.188</b>                    |
| Verluste Transport               | MWh/a            | 2.300                            |
| Verluste Transport               | %                | 12%                              |
| <b>Wärmeabsatz</b>               | <b>MWh/a</b>     | <b>16.634</b>                    |
| Jahresnutzungsgrad               | %                | 75%                              |
|                                  |                  | <b>Energie- und Ökobilanz</b>    |
| Erdgas                           | MWh/a            | 18.740                           |
| Abwärme*                         | MWh/a            | 3.448                            |
| <b>Endenergiebedarf</b>          | <b>MWh/a</b>     | <b>22.188</b>                    |
| <b>THG-Emissionen</b>            | <b>tCO2e/a</b>   | <b>3.843</b>                     |
| <b>spez. THG-Emissionen**</b>    | <b>gCO2e/kWh</b> | <b>231</b>                       |
| Primärenergie, ern               | MWh/a            | 3.448                            |
| Primärenergie, n. ern            | MWh/a            | 20.614                           |
| <b>Primärenergiebedarf</b>       | <b>MWh/a</b>     | <b>24.062</b>                    |
| <b>Anteil ern. Primärenergie</b> | <b>-</b>         | <b>14%</b>                       |

\* Wärmeauskoppelung aus dem Stahlwerk der vaBEG umfasst sowohl Abwärme (Grundlast, Basisbandlast) als auch die Einspeisung via Gaskessel. Der Gaskesseleinsatz aus dem Stahlwerk der vaBEG ist bei der Energie- und Ökobilanz mit den Konversionsfaktoren für Erdgas berücksichtigt.

\*\* Spezifische Treibhausgasemissionen in gCO2e bezogen auf den Wärmeabsatz ab Kundenanlage in kWh. Die Berechnung der Primärenergie und CO2e-Emissionen basiert auf den brennstoffspezifischen Konversionsfaktoren aus der aktuellen OIB RL6 [5].

FHW: Fernheizwerk; WÜST: Wärmeübergabestation; THG: Treibhausgas; CO2e: CO2 äquivalente; ern: erneuerbar; n. ern: nicht erneuerbar

### Energetische Bewertung (Energiebilanz)

Der Fernwärmeausstoß im Abrechnungsjahr 2023 betrug 18.934 MWh (=Wärmelieferung ins Netz ab Heizwerk). Die Aufbringung erfolgte hauptsächlich über die Gaskesselanlage im Fernheizwerk Walfersam (65%) sowie zu einem geringeren Anteil aus der Gaskesselanlage am Standort Schinitz (5%). Die Wärmeauskoppelung aus dem Stahlwerk der vaBEG umfasst sowohl Abwärme (Grundlast, Basisbandlast) als auch die Einspeisung via Gaskessel. Im Referenzjahr 2023 wurden insgesamt 5.629 MWh an Wärme aus der Übergabestation vaBEG in das Fernwärmenetz eingespeist (rund 30% der gesamten Fernwärme-Aufbringung). Auf den Gaskessel am Standort vaBEG entfielen davon 2.181 MWh, was in der CO<sub>2</sub>e- und Primärenergiebilanz entsprechend berücksichtigt ist (die „Zuheizung“ via Gaskessel ist nicht als Abwärme zu deklarieren).

Der gesamte Brennstoffeinsatz im Abrechnungsjahr 2023 beträgt 22.188 MWh (Erdgaseinsatz + Wärmeauskoppelung ab Übergabestation vaBEG). Die Konversionsverluste der Umwandlung betrugen somit 14,7%.

Der Wärmeabsatz im Abrechnungsjahr 2023 beträgt 16.634 MWh. Aus der Differenz zwischen Fernwärmeausstoß und Wärmeabsatz errechnet sich somit ein **Wärmeverlust im Netz** von 2.300 MWh oder **12.1%**.

Der **Jahresnutzungsgrad** des gesamten Fernwärmesystem errechnet sich als Quotient aus Wärmeabsatz und Brennstoffeinsatz zu **75%**.

In Abbildung 5 ist die Dauerkurve der Fernwärmeaufbringung gemäß Betriebsprotolle der Stadtwerke Kapfenberg GmbH für das Betriebsjahr 2023 sowie der Aufbringungsmix nach Einspeisern (Bezug: Fernwärmeausstoß) dargestellt.

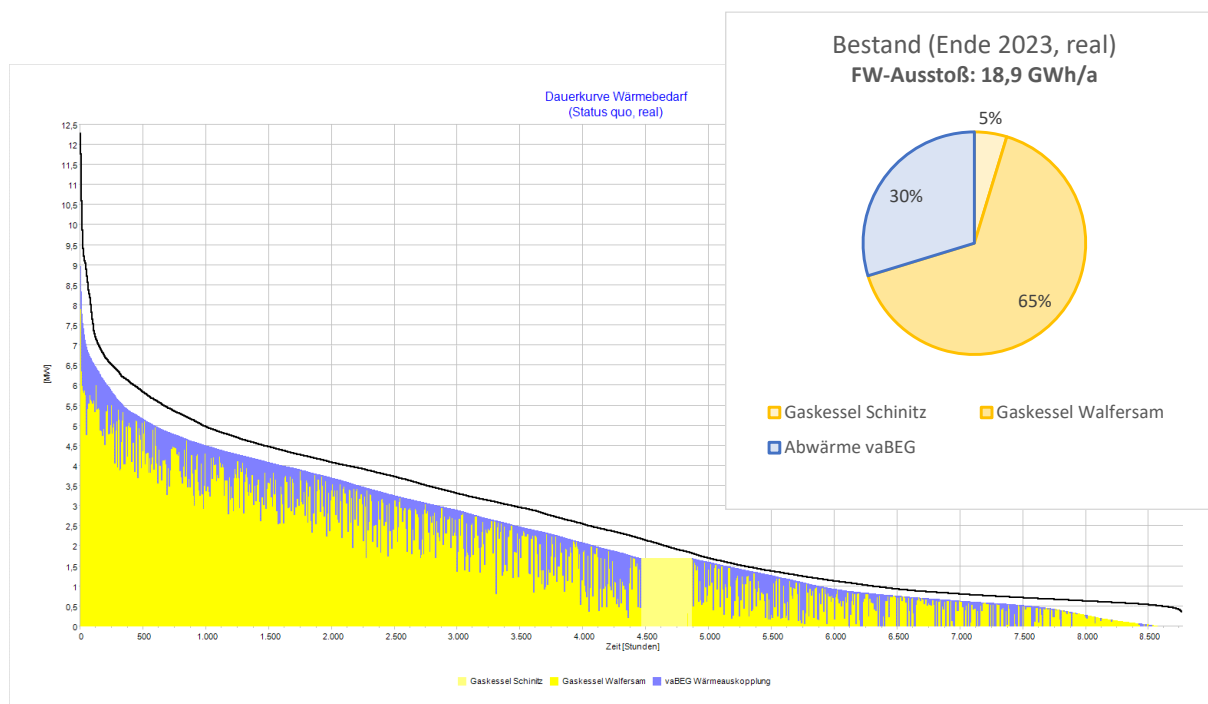


Abbildung 5: Dauerkurve der Fernwärmeaufbringung im Referenzjahr 2023 (basierend auf Realdaten der Stadtwerke Kapfenberg GmbH)

Der dominante Einsatz der Gaskessel im Betriebsjahr ist vor allem damit begründet, dass durch die Verzögerung der Inbetriebnahme des neuen Edelstahlwerkes ESW2020+ der vaBEG keine Abwärme aus der Basisband- und Zusatzbandleistung zur Verfügung gestanden ist. Die Abwärme war mit einer Leistung von 450 kW aus der Grundleistung begrenzt.

Bei angenommen optimaler (prioritärer) Nutzung der Abwärme aus dem Stahlwerk der vaBEG [4] wären aktuell bereits höhere Deckungsanteile für Abwärme möglich. Basierend auf den real gemessenen Verbrauchsdaten aus dem Referenzjahr 2023 ist in nachfolgender Abbildung 6 eine Dauerkurve mit optimierter Einsatzreihenfolge der bestehenden Einspeiser (Walfersam, Schinitz, vaBEG) dargestellt.

Bezogen auf den jährlichen Fernwärmeausstoß und vorbehaltlich der Abwärme-Verfügbarkeit könnte entsprechend der vertraglich vereinbarten Anschlussbedingungen theoretisch ein Anteil von 73% via Abwärme aus dem Standort vaBEG gedeckt werden.

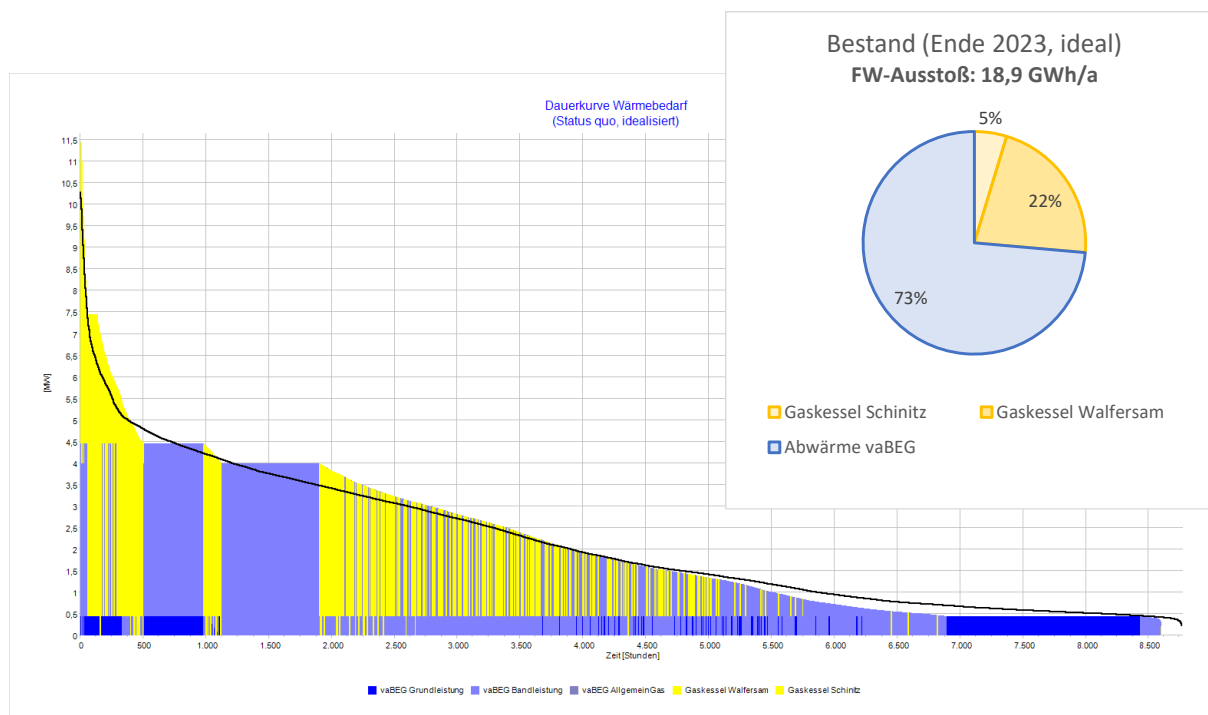


Abbildung 6: Dauerkurve der Fernwärmeaufbringung im Referenzjahr 2023 (basierend auf gemessenen Verbrauchsdaten der Stadtwerke Kapfenberg GmbH und idealisierter Wärmeauskoppelung aus dem Stahlwerk der vaBEG)

## Ökologische Bewertung (Ökobilanz)

Der Brennstoffeinsatz im Referenzjahr 2023 von 22.188 MWh korrespondiert mit jährlichen Treibhausgasemissionen von 3.843 Tonnen CO<sub>2</sub> äquivalenten.

Bezogen auf den Wärmeabsatz errechnen sich spezifische CO<sub>2</sub>e-Emissionen für Fernwärme ab Hausübergabestation von 231 gCO<sub>2</sub>e/kWh.

Der Brennstoffeinsatz im Referenzjahr 2023 von 22.188 MWh korrespondiert mit einem Primärenergieeinsatz von insgesamt 24.062 MWh/a. Davon entfallen rund 86% auf nicht erneuerbare Primärenergie. Der Anteil Erneuerbarer (Primärenergie) der Fernwärmeversorgung im Referenzjahr belief sich somit auf rund 14%.

Die Berechnung der Primärenergie und CO<sub>2</sub>e-Emissionen basiert auf den brennstoffspezifischen Konversionsfaktoren aus der aktuellen OIB RL6 [5].

<sup>4</sup> Gemäß den vereinbarten Leistungen und Bezugszeiten der Technischen Anschlussbedingungen vom 23.03.2020 und unter Berücksichtigung von Revisionszeiten am Industriestandort.

### 3.4 Stufenplan zum Fernwärme-Ausbau

Im Herbst 2023 wurde im Gemeinderat die Finanzierungsentscheidung zur Planung und Umsetzung eines ambitionierten Fernwärmeausbauplans beschlossen, wonach das Kapfenberger Fernwärmeversorgungssystem bis 2030 stufenweise großflächig ausgebaut und erweitert werden soll. Der Stufenplan sieht zwei Bauabschnitte (im Folgenden BA) vor. Für den BA1 beginnen die Detailplanungen bereits im laufenden Jahr 2024 und erstrecken sich bis Ende 2027. Der BA2 umfasst einen Zeitraum ab 2028 bis 2030 (2028+).

Im vorliegenden Kapitel wird der Stufenplan vorgestellt und nach energietechnischen sowie ökologischen Gesichtspunkten analysiert und bewertet. Für jeden BA wurden die neu zu errichtenden Fernwärmetrassen, die an die Fernwärme anzuschließenden Objekte (Bestandsgebäude und bereits bekannte Neubauten) sowie die Errichtung neuer Heizwerke bzw. die Erschließung von industrieller Abwärme festgelegt. Der Stufenplan wurde im Projektkonsortium detailliert ausgearbeitet und stellt eine abgestimmte Grundlage für die durchgeführten und im Folgenden beschriebenen Untersuchungen und Analysen dar.

#### 3.4.1 Bauabschnitt 1 (Ende 2027)

In BA1 werden bis Ende 2027 weitere Abnehmer in der Nähe des Bestandsnetzes angeschlossen und die Trasse Richtung Norden (Hochschwabsiedlung, Deuchendorfer Feld, Am Pichl, Schirmitzbühel) erweitert. Richtung Süden wird eine rund 3,5 km lange Transportleitung zur Erschließung des Abwärmepotenzials der Papierfabrik Norske Skog (6.000 kW) in der Stadt Bruck an der Mur errichtet (Abbildung 7).

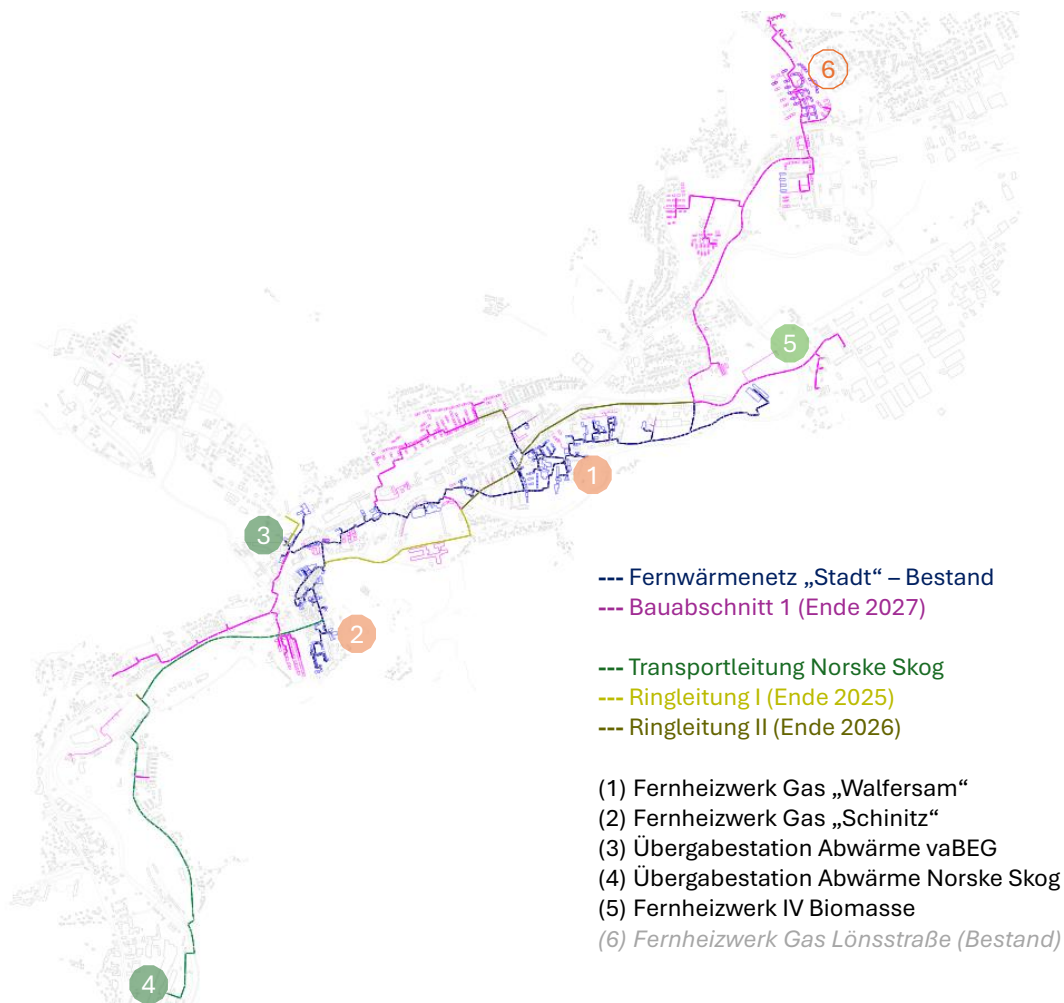


Abbildung 7: Bestandsnetz und geplante Erweiterungen im BA 1 inkl. Transportleitung Norske Skog  
 (Q: Stadtwerke Kapfenberg GmbH, Pink GmbH, AEE INTEC)

Die Kapazitätserweiterungen, sowohl abnehmer- als auch aufbringungsseitig, erfordern Maßnahmen zur Optimierung des Wärmenetzes in Form zusätzlicher Ringleitungen, die das System insgesamt entlasten und die Versorgungssicherheit erhöhen. In Abbildung 7 sind entsprechende Ringleitungen als Ergebnis der hydraulischen Analysen und Simulationen bereits enthalten (weiterführende Erläuterungen hierzu siehe Kapitel 3.6 bzw. Kapitel 3.6.4).

Nach Abschluss von BA1 sollen über eine Trassenlänge von insgesamt 28.782 Metern 347 Abnehmer mit Fernwärme versorgt werden. Die nominale Anschlussleistung wird dabei nahezu verdoppelt und steigt von 16.746 kW auf 32.028 kW. Der Fernwärmeabsatz steigt von 16.634 MWh im Referenzjahr 2023 auf prognostizierte 34.785 MWh an (Tabelle 4).

Tabelle 4: Technische Kennzahlen zum Status quo sowie zum Bauabschnitt 1

|                      |         | Bestand   | nach BA 1 |
|----------------------|---------|-----------|-----------|
|                      |         | Ende 2023 | Ende 2027 |
| Anzahl Abnehmer      | -       | 87        | 347       |
| Rohrnetzlänge        | Trm     | 11.200    | 28.782    |
| Anschlussleistung    | kW      | 16.746    | 32.028    |
| Wärmeabsatz          | MWh/a   | 16.634    | 34.785    |
| Einspeiserleistung   | kW      | 13.150    | 19.150    |
| Trassenbelegung [*]  | kWh/Trm | 1.485     | 1.209     |
| Trassenbelegung [**] | kWh/Trm |           | 1.374     |

\* Transportleitung vom Stahlwerk Norske Skog nach Kapfenberg berücksichtigt (ca. 3.470 Trm)

\*\* Transportleitung vom Stahlwerk Norske Skog nach Kapfenberg NICHT berücksichtigt

### 3.4.2 Bauabschnitt 2 (2028+)

In BA2 erfolgt eine weitere Verdichtung des Versorgungsgebietes und die Erschließung weiterer Gebiete im Nordosten (Apfelmoar) sowie im Westen (Redfeld, Diemlach).

Zur Deckung dieses zusätzlichen Leistungsbedarfes ist die Erweiterung der bestehenden Wärmeauskoppelung aus dem Stahlwerk der vaBEG (+2.000 kW), die Erweiterung der Wärmeauskoppelung aus der Papierfabrik Norske Skog (+4.000 kW), sowie die Errichtung eines neuen Biomasseheizwerkes mit einer Leistung von 5.000 kW inkl. 2x250 m³ Speicher vorgesehen (Abbildung 8).

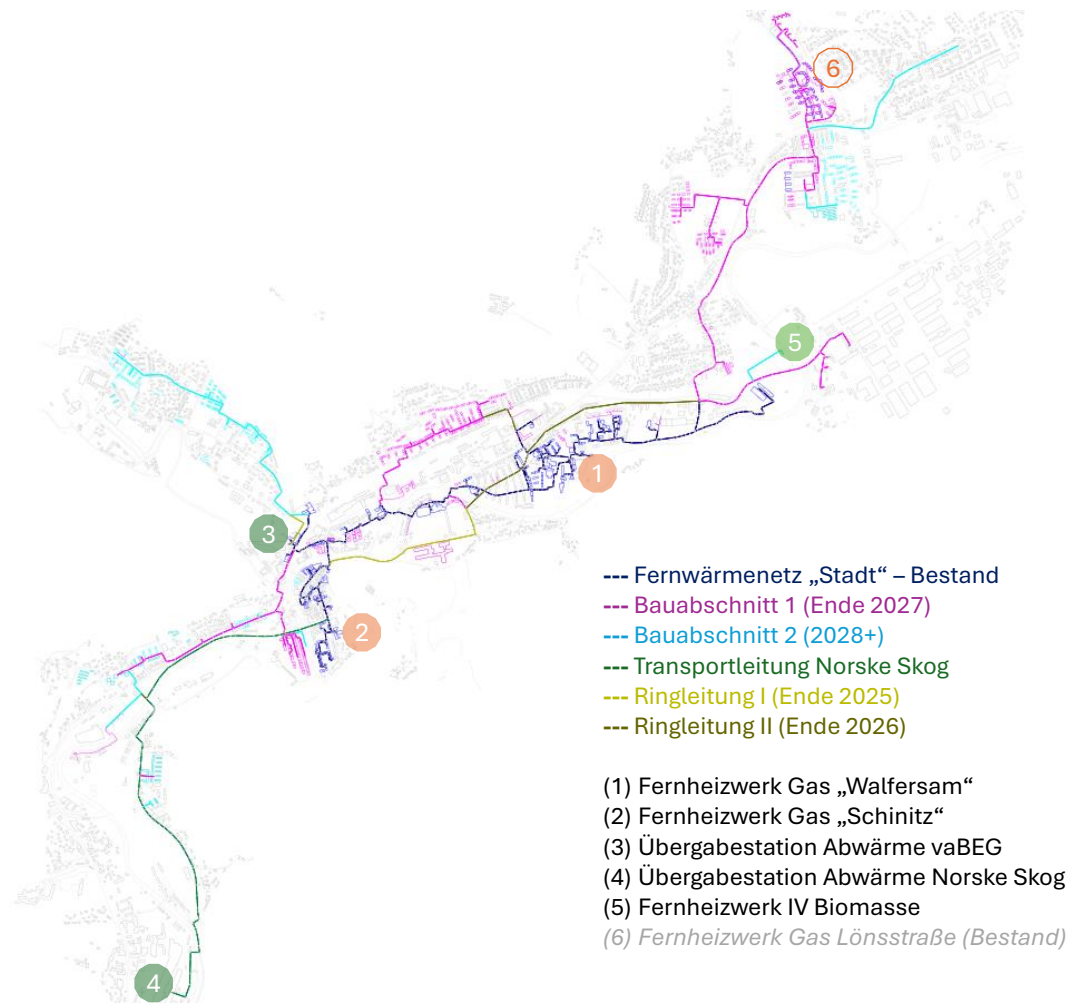


Abbildung 8: Bestandsnetz und geplante Erweiterungen in BA 1 inkl. Transportleitung Norske Skog und BA 2 (Q: Stadtwerke Kapfenberg GmbH, Pink GmbH, AEE INTEC)

Nach Abschluss von BA2 sollen über eine Trassenlänge von insgesamt 33.397 Metern 481 Abnehmer mit Fernwärme versorgt werden. Die nominale Anschlussleistung erhöht sich von 16.746 kW im Referenzjahr 2023 auf insgesamt 41.917 kW. Der Fernwärmeabsatz steigt von 16.634 MWh im Referenzjahr 2023 auf prognostizierte 45.214 MWh an.

Tabelle 5: Technische Kennzahlen zum Status quo sowie zum Bauabschnitt 2

|                      |         | Bestand   | nach BA 2 |
|----------------------|---------|-----------|-----------|
|                      |         | Ende 2023 | Nach 2028 |
| Anzahl Abnehmer      | -       | 87        | 481       |
| Rohrnetzlänge        | Trm     | 11.200    | 33.397    |
| Anschlussleistung    | kW      | 16.746    | 41.917    |
| Wärmeabsatz          | MWh/a   | 16.634    | 45.214    |
| Einspeiserleistung   | kW      | 13.150    | 30.150    |
| Trassenbelegung [*]  | kWh/Trm | 1.485     | 1.354     |
| Trassenbelegung [**] | kWh/Trm |           | 1.511     |

\* Transportleitung vom Stahlwerk Norske Skog nach Kapfenberg berücksichtigt (ca. 3.470 Trm)

\*\* Transportleitung vom Stahlwerk Norske Skog nach Kapfenberg NICHT berücksichtigt

### 3.4.3 Energietechnische und ökologische Bewertung des Stufenplans

In Tabelle 6 sind die wesentlichen Eckdaten und technischen sowie ökologischen Kennzahlen zum Status quo der Fernwärme für das Betriebsjahr 2023 sowie für die avisierten Ausbauziele gemäß Stufenplan für BA1 und BA2 angeführt.

Tabelle 6: Energietechnische Kennzahlen zum Status quo sowie zum Stufenplan (BA1 + BA2)

|                            |           | Bestand (Ende 2023)       | BA 1 (bis 2027) | BA 2 (2028+) |
|----------------------------|-----------|---------------------------|-----------------|--------------|
|                            |           | Kennzahlen Netz Allgemein |                 |              |
| Anzahl Abnehmer            | -         | 87                        | 347             | 481          |
| Rohrnetzlänge              | Trm       | 11.200                    | 28.782          | 33.397       |
| Trassenbelegung            | kWh/Trm   | 1.485                     | 1.209           | 1.354        |
|                            |           | Aufbringung - Leistung    |                 |              |
| FHW Schinitz (Gas)         | kW        | 1.700                     | 1.700           | 1.700        |
| FHW Walfersam (Gas)        | kW        | 7.000                     | 7.000           | 7.000        |
| WÜST vaBEG (Abwärme, Gas)* | kW        | 4.450                     | 4.450           | 6.450        |
| WÜST Norske Skog (Abwärme) | kW        |                           | 6.000           | 10.000       |
| FHW Werk IV (Biomasse)     | kW        |                           |                 | 5.000        |
| Speicher                   | m³        | nein                      | 250             | 500          |
| Einspeiserleistung Gesamt  | kW        | 13.150                    | 19.150          | 30.150       |
| Anschlussleistung Gesamt   | kW        | 16.634                    | 34.785          | 45.214       |
|                            |           | Aufbringung - Energie     |                 |              |
| FHW Schinitz (Gas)         | MWh/a     | 892                       | 875             | 335          |
| FHW Walfersam (Gas)        | MWh/a     | 12.413                    | 10.684          | 2.826        |
| WÜST vaBEG (Abwärme, Gas)* | MWh/a     | 5.629                     | 20.722          | 28.235       |
| WÜST Norske Skog (Abwärme) | MWh/a     |                           | 10.581          | 15.129       |
| FHW Werk IV (Biomasse)     | MWh/a     |                           |                 | 8.438        |
| Fernwärme-Ausstoß          | MWh/a     | 18.934                    | 42.862          | 54.963       |
| Verluste Umwandlung        | MWh/a     | 3.254                     | 2.648           | 2.748        |
| Verluste Umwandlung***     | %         | 15%                       | 6%              | 5%           |
| Brennstoffeinsatz          | MWh/a     | 22.188                    | 45.510          | 57.711       |
| Verluste Transport         | MWh/a     | 2.300                     | 8.077           | 9.749        |
| Verluste Transport         | %         | 12%                       | 19%             | 18%          |
| Wärmeabsatz                | MWh/a     | 16.634                    | 34.785          | 45.214       |
| Jahresnutzungsgrad         | %         | 75%                       | 76%             | 78%          |
|                            |           | Energie- und Ökobilanz    |                 |              |
| Erdgas                     | MWh/a     | 18.740                    | 14.267          | 3.881        |
| Abwärme*                   | MWh/a     | 3.448                     | 31.243          | 43.364       |
| Endenergiebedarf           | MWh/a     | 22.188                    | 45.510          | 57.711       |
| THG-Emissionen             | tCO2e/a   | 3.843                     | 3.555           | 1.828        |
| spez. THG-Emissionen**     | gCO2e/kWh | 231                       | 102             | 40           |
| Primärenergie, ern         | MWh/a     | 3.448                     | 31.243          | 54.144       |
| Primärenergie, n. ern      | MWh/a     | 20.614                    | 15.694          | 5.316        |
| Primärenergiebedarf        | MWh/a     | 24.062                    | 46.936          | 59.460       |
| Anteil ern. Primärenergie  | -         | 14%                       | 67%             | 91%          |

\* Wärmeauskoppelung aus dem Stahlwerk der vaBEG umfasst sowohl Abwärme (Grundlast, Basisbandlast) als auch die Einspeisung via Gaskessel [4]. Der Gaskesseleinsatz aus dem Stahlwerk der vaBEG ist bei der Energie- und Ökobilanz mit den Konversionsfaktoren für Erdgas berücksichtigt.

\*\* Spezifische Treibhausgasemissionen in gCO2e bezogen auf den Wärmeabsatz ab Kundenanlage in kWh. Die Berechnung der Primärenergie und CO2e-Emissionen basiert auf den brennstoffspezifischen Konversionsfaktoren aus der aktuellen OIB RL6 [5].

\*\*\* Wärmeauskoppelung aus den WÜST verlustfrei angenommen; Konversionsverluste betreffen nur die FHW

FHW: Fernheizwerk; WÜST: Wärmeübergabestation; THG: Treibhausgas; CO2e: CO2 äquivalente; ern: erneuerbar; n. ern: nicht erneuerbar

Die energietechnischen und ökologischen Kennzahlen wurden im Rahmen des Projektes für den Status quo (SQ) sowie je Bauabschnitt (BA) simulationsgestützt auf 15 Minutenbasis ermittelt. Neben den in den vorangegangenen Kapiteln 3.3, 3.4.1 und 3.4.2 beschriebenen Planungen zur Trassenführung und den Fernwärmeanschlüssen lagen den Szenarien zur Fernwärmeaufbringung folgende Annahmen zugrunde (Tabelle 7):

Tabelle 7: Status quo und Szenario-Annahmen zur Fernwärme-Aufbringung je Bauabschnitt

|                                        | <b>SQ: Ende 2023</b>                                                                                | <b>BA1: Ende 2027</b>                                                                                              | <b>BA2: 2028+</b>                                                                                                   |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Grundlast</b>                       | vaBEG Grundlast<br>450kW (ganzjährig)                                                               | vaBEG Grundlast<br>450kW (ganzjährig)<br>+Bandlast 4.000kW<br>(Mo6am-Fr8pm)<br>Norske Skog 6.000kW<br>(ganzjährig) | vaBEG Grundlast<br>450kW (ganzjährig)<br>+Bandlast 6.000kW<br>(Mo6am-Fr8pm)<br>Norske Skog<br>10.000kW (ganzjährig) |
| <b>Spitzenlast und Ausfallsreserve</b> | FHW GAS Walfersam<br>2x3.500kW<br><br>vaBEG Gaskessel<br>5.000kW<br><br>FHW GAS Schinitz<br>2x850kW | FHW GAS Walfersam<br>2x3.500kW<br><br>FHW GAS Schinitz<br>2x850kW                                                  | FHW IV: Biomasse-<br>kessel 5.000kW<br><br>FHW GAS Walfersam<br>2x3.500kW<br><br>FHW GAS Schinitz<br>2x850kW        |
| <b>Speicher</b>                        | ohne                                                                                                | 250m <sup>3</sup>                                                                                                  | 500m <sup>3</sup>                                                                                                   |

### Energietechnische Bewertung (Energiebilanz)

In Abbildung 9 sind relevante energietechnische Kennzahlen zum Status quo der Fernwärmeversorgung im Referenzjahr 2023 sowie für die beiden Bauabschnitte visualisiert.

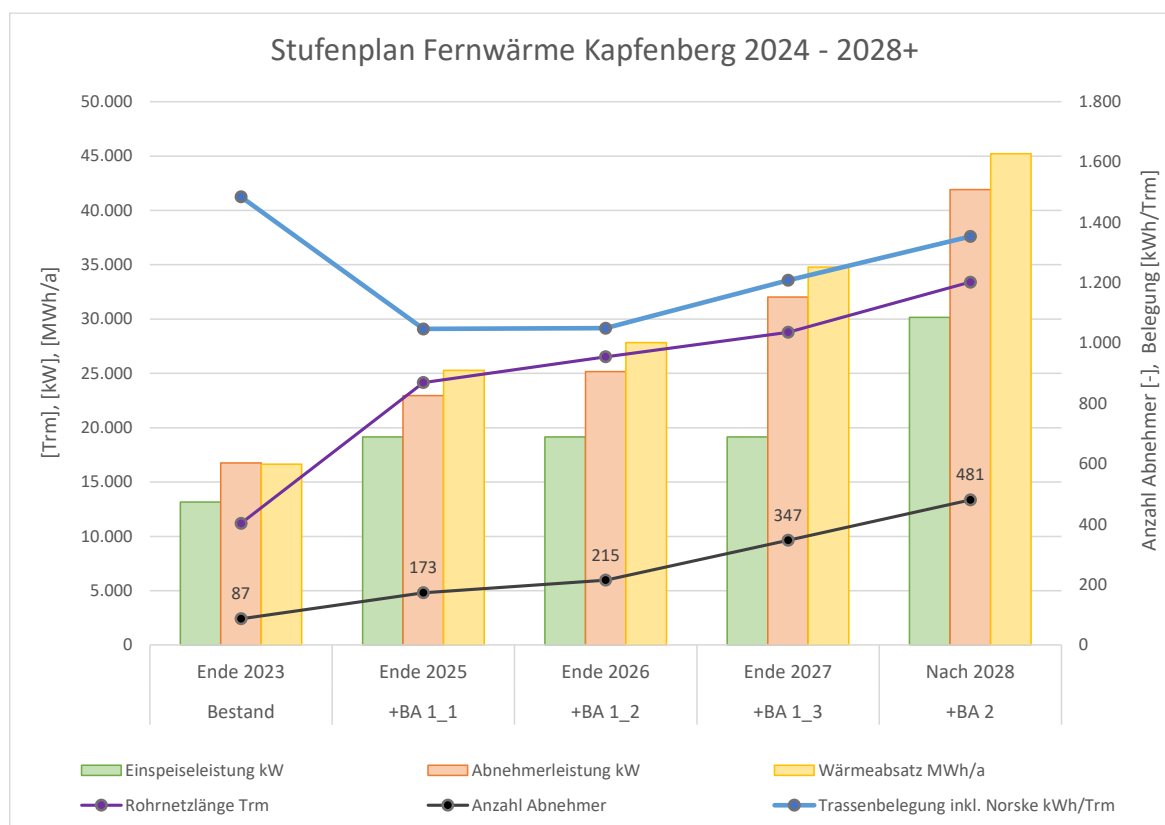


Abbildung 9: Energietechnische Kennzahlen zum Status quo sowie zum Stufenplan (BA1 + BA2)

### Bauabschnitt 1 (Ende 2027)

Nach Abschluss von BA1 soll die Fernwärmebereitstellung in der Grundlast über die erweiterte Wärmeauskopplung aus dem Stahlwerk der vaBEG sowie aus dem Stahlwerk Norske Skog erfolgen. Die gasbefeuerten Fernheizwerke am Standort Schinitz und Walfersam stellen die Spitzenlast bereit und sind darüber hinaus zur Überbrückung von Stillstands- und Revisionszeiten an den Industriestandorten erforderlich (Tabelle 7).

In Abbildung 10 ist die Dauerkurve der Fernwärmeaufbringung gemäß Szenario für BA1 sowie der Aufbringungsmix nach Einspeisern (Bezug: Fernwärmeausstoß) dargestellt.

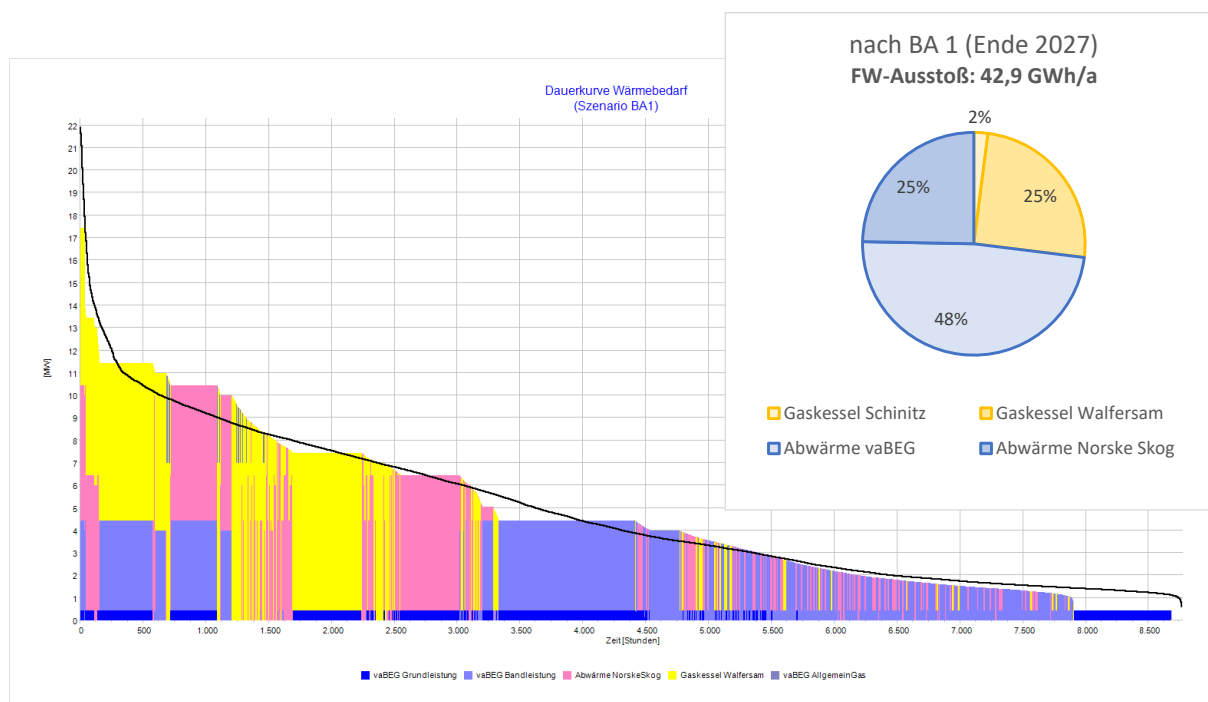


Abbildung 10: Dauerkurve der Fernwärmeaufbringung gemäß Szenario BA1 (basierend auf energyPRO Energiesystemmodellierung, AEE INTEC)

Insgesamt sollen in BA1 rund 17,6 km neue Fernwärmetrasse errichtet und 260 neue Abnehmer angeschlossen werden. Der Wärmeabsatz verdoppelt sich von rund 16,6 GWh/a im Referenzjahr 2023 auf prognostizierte 34,8 GWh/a (+210%) nach Abschluss von BA1.

Der Fernwärmeausstoß im Abrechnungsjahr 2023 betrug 18.9 GWh (=Wärmelieferung ins Netz ab Heizwerk) und steigt gemäß Szenario mit Abschluss von BA1 auf 42.9 GWh an. Die Fernwärme-Aufbringung kann gemäß Szenarioanalysen mit 73% bereits überwiegend aus Abwärme bewerkstelligt werden (48% aus vaBEG und 25% aus Norske Skog). Die Abdeckung von Spitzenlasten sowie zur Überbrückung von Betriebsstillständen erfolgt weiterhin über die beiden gasbefeuerten Fernheizwerke in Schinitz und Walfersam (rund 27% der gesamten Fernwärme-Aufbringung).

Der Brennstoffeinsatz nach Abschluss von BA1 ermittelt sich aus der simulationsgestützten Analyse zu 45.5 GWh. Die Konversionsverluste der Umwandlung errechnen sich somit zu 6% <sup>[5]</sup>. Die **Wärmeverluste im Netz** wurden im Simulationsmodell „simplex“ für BA1 mit 8.1 GWh oder **18.8%** ermittelt.

Der **Jahresnutzungsgrad** des gesamten Fernwärmesystem errechnet sich als Quotient aus Wärmeabsatz und Brennstoffeinsatz zu **76,4%**.

<sup>5</sup> Die Wärmeauskoppelung aus den Übergabestationen vaBEG und Norske Skog sind ohne Verluste berücksichtigt. Die Konversionsverluste betreffen somit ausschließlich die Kesselanlagen in den Fernheizwerken.

### Bauabschnitt 2 (2028+)

Nach Abschluss von BA2 soll die Fernwärmebereitstellung in der Grundlast über die erweiterte Wärmeauskopplung aus dem Stahlwerk der vaBEG sowie aus dem Stahlwerk Norske Skog erfolgen. Zur Spitzenlastabdeckung und der Überbrückung von Stillstands- und Revisionszeiten der Industrie dient ein neu zu errichtender Biomassekessel. Die gasbefeuerten Fernheizwerke am Standort Schinitz und Walfersam sind als Ausfallsreserve und zur Spitzenlastabdeckung an sehr kalten Wintertagen weiterhin systemrelevant. Zum Lastausgleich zwischen den einzelnen Einspeisepunkten und zur betriebswirtschaftlichen Optimierung des Systems ist ein Pufferspeichervolumen von 2x250m<sup>3</sup> am Standort des neuen Biomasse Heizwerkes vorgesehen (Tabelle 7).

In Abbildung 11 ist die Dauerkurve der Fernwärmeaufbringung gemäß Szenario für BA2 sowie der Aufbringungsmix nach Einspeisern (Bezug: Fernwärmeausstoß) dargestellt.

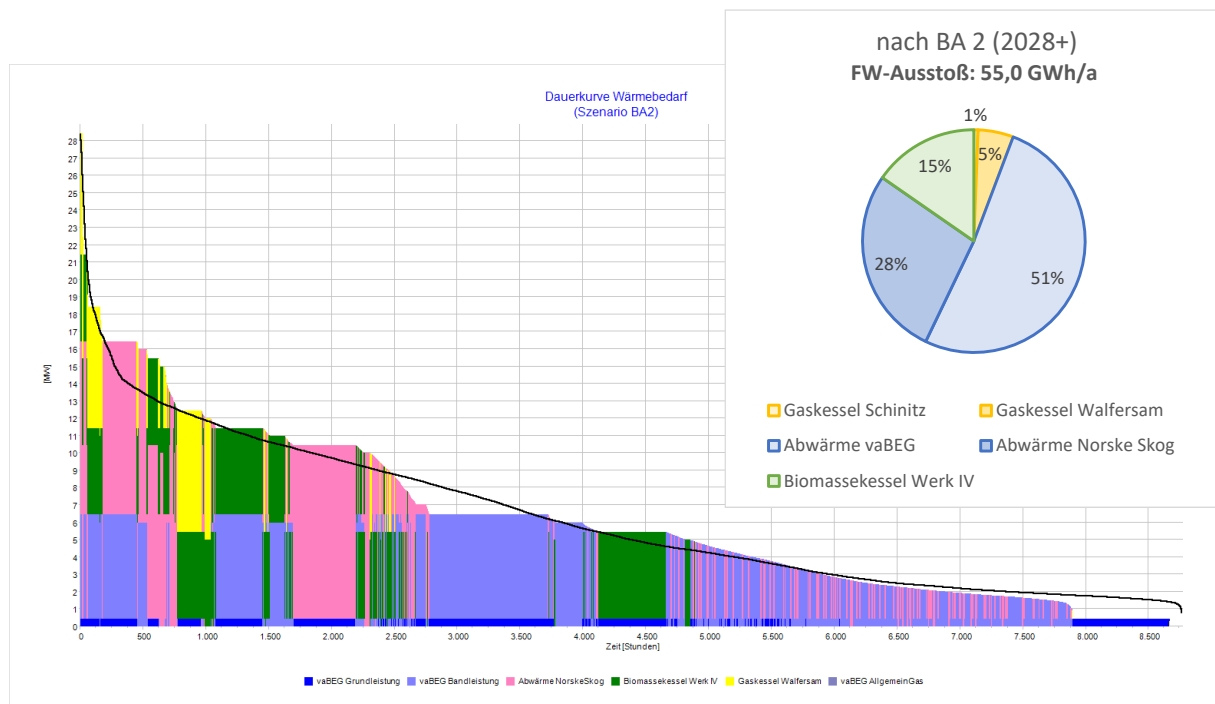


Abbildung 11: Dauerkurve der Fernwärmeaufbringung gemäß Szenario BA2 (basierend auf energyPRO Energiesystemmodellierung, AEE INTEC)

Insgesamt sollen in BA2 weitere rund 5 km neue Fernwärmetrasse errichtet und 134 neue Abnehmer angeschlossen werden. Der prognostizierte Wärmeabsatz erhöht sich weiter von 34,8 GWh/a nach Abschluss von BA1 auf insgesamt 45,2 GWh/a im Endausbau nach Abschluss von BA2.

Der Fernwärmeausstoß (=Wärmelieferung ins Netz ab Heizwerk) steigt gemäß Szenario mit Abschluss von BA2 auf rund 55.0 GWh an. Die Fernwärme-Aufbringung kann gemäß Szenarioanalysen zu 79% und damit überwiegend aus Abwärme bewerkstelligt werden (51% aus vaBEG und 28% aus Norske Skog). Die Abdeckung von Spitzenlasten sowie die Überbrückung von Betriebsstillständen erfolgt vorzugsweise über den neuen Biomassekessel (15% der gesamten Fernwärme-Aufbringung) und nur noch zu einem geringen Anteil von rund 6% über die gasbefeuerten Fernheizwerke in Schinitz und Walfersam.

Der Brennstoffeinsatz nach Abschluss von BA2 ermittelt sich aus der simulationsgestützten Analyse zu 57.7 GWh. Die Konversionsverluste der Umwandlung errechnen sich somit zu

5% [6]. Die **Wärmeverluste im Netz** wurden im Simulationsmodell „simplex“ für BA2 mit 9.7 GWh oder **17.7%** ermittelt (vgl. Kapitel 3.6). Der **Jahresnutzungsgrad** des gesamten Fernwärmesystem errechnet sich als Quotient aus Wärmeabsatz und Brennstoffeinsatz zu **78,3%**.

### Ökologische Bewertung (Ökobilanzbilanz)

Der Brennstoffeinsatz (Endenergie) zur Fernwärmebereitstellung im Referenzjahr 2023 lag bei 22.188 MWh (84% Erdgas, 16% Abwärme). Dieser Endenergieeinsatz korrespondierte mit jährlichen Treibhausgasemissionen von 3.843 Tonnen CO<sub>2</sub>e. Bezogen auf den Wärmeabsatz errechnen sich spezifische CO<sub>2</sub>e-Emissionen für Fernwärme ab Hausübergabestation von 231 gCO<sub>2</sub>e/kWh (Abbildung 12). Der Primärenergieverbrauch lag im Referenzjahr bei insgesamt 24.062 MWh, wovon rund 86% auf nicht erneuerbare Primärenergie entfielen und nur rund 14% auf erneuerbare Primärenergie (Abbildung 13).

Die Fernwärmeaufbringung gemäß Stufenplan wurde im Rahmen des Projektes anhand von Szenarioanalysen energietechnisch, ökologisch und thermo-hydraulisch untersucht. Gemäß Szenario zur Bedarfsdeckung 2030 mit erweiterter Abwärmeauskoppelung aus dem Stahlwerk der vaBEG, Abwärmeauskoppelung aus der Papierfabrik Norske Skog sowie einem neuen Biomasse-Heizwerk wurde im Energiesystemmodell ein Primärenergiebedarf von 59.460 MWh ermittelt, wovon nur noch rund 9% auf nicht erneuerbare Primärenergie entfallen und 91% auf erneuerbare Primärenergie (Abbildung 13).

Die spezifischen Treibhausgasemissionen in gCO<sub>2</sub>e pro kWh verkaufte Fernwärme verringern sich gemäß den getroffenen Szenario Annahmen von 231 gCO<sub>2</sub>e/kWh im Referenzjahr 2023 auf 40 gCO<sub>2</sub>e/kWh im avisierten Endausbau 2030 (Abbildung 12).

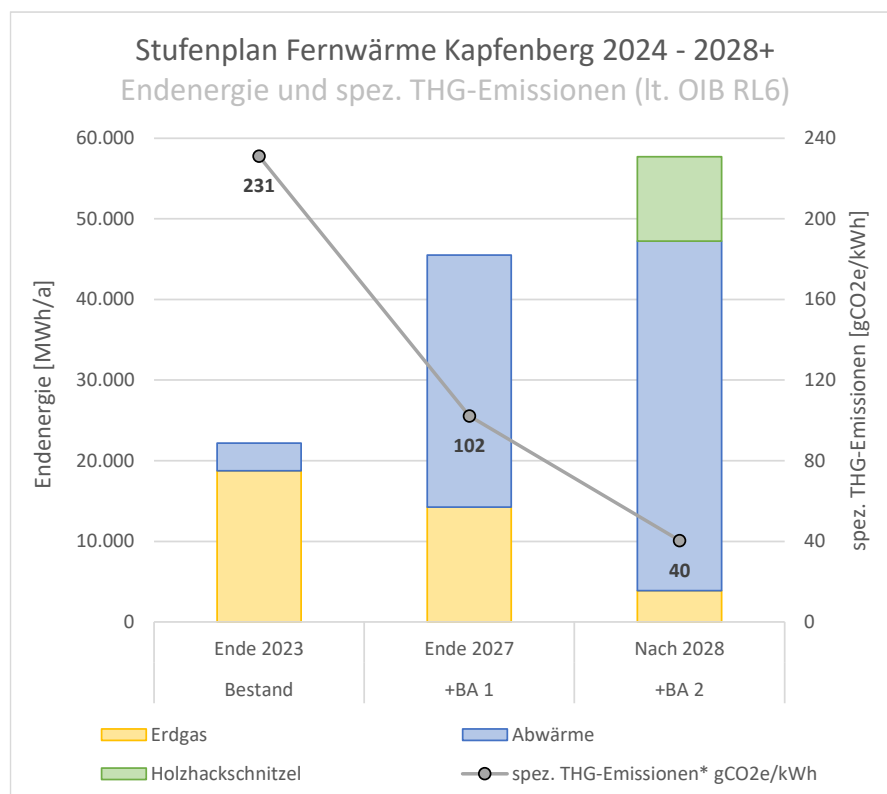


Abbildung 12: Energietechnische und ökologische Bewertung (Status quo und Bauabschnitte) zum Fernwärmeausbau Kapfenberg 2024-2030

<sup>6</sup> Die Wärmeauskoppelung aus den Übergabestationen vaBEG und Norske Skog sind ohne Verluste berücksichtigt. Die Konversionsverluste betreffen somit ausschließlich die Kesselanlagen in den Fernheizwerken.

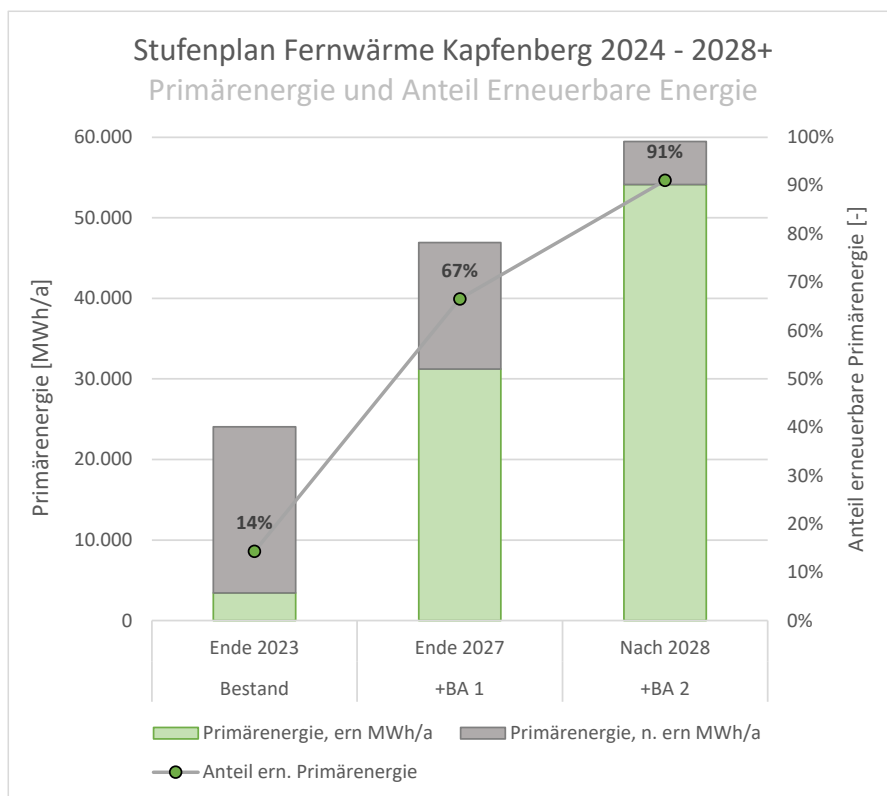


Abbildung 13: Energietechnische und ökologische Bewertung (Status quo und Bauabschnitte) zum Fernwärmeausbau Kapfenberg 2024-2030

Die Berechnung der Primärenergie und CO<sub>2</sub>e-Emissionen basiert auf den brennstoffspezifischen Konversionsfaktoren aus der aktuellen OIB RL6 [5].

### 3.5 Abwärmepotenzialerhebung und -analyse

#### 3.5.1 Identifizierte und untersuchte Standorte

Für die Abwärmepotenzialerhebung wurden folgende Schritte durchgeführt:

- Identifikation der relevanten Firmen über Herold-Datenauszug und WKO-Firmenliste
- Analyse bestehender Erhebungen aus dem von AEE INTEC und Montanuniversität Leoben durchgeführten Abwärmekataster Steiermark
- Direkte Kontaktaufnahme relevanter Industriebetriebe und Erhebung der wesentlichen Parameter
- Präsentation der Zwischenergebnisse am 21.10.2022 in Kapfenberg
- Zusammenfassung der Ergebnisse in Berichtsform

#### Abwärmekataster Steiermark (AWK Stmk)

Der Auszug aus dem AWK Stmk. für die Gemeinde Kapfenberg ergab Potenziale gelistet in Tabelle 8. Für PMG und Ventana waren Top Down Erhebungen vorhanden bei denen keine Vor-Ort-Erhebungen durchgeführt wurden, sondern Branchenkennzahlen angewandt wurden. Für Böhler Edelstahl lagen detailliertere Information vor, die nachfolgend erläutert werden.

Tabelle 8: Auszug aus dem Abwärmekataster Steiermark. Abwärme in MWh/a

| <b>Firmen</b>                                        | <b>Abwärme Kategorie</b>    | <b>genutzt</b> | <b>ungenutzt</b> |
|------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| <b>PMG GmbH</b>                                      | Top Down Erhebung           |                | <b>101</b>       |
| <b>Ventana Foundry Kapfenberg Ges.m.b.H.</b>         | Top Down Erhebung           |                | <b>12.541</b>    |
| <b>voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH &amp; Co KG</b> | <b>Gesamt BÖHLER</b>        | 3.500          | <b>118.859</b>   |
|                                                      | Ab-/Kühlwasser              | -              | 11.891           |
|                                                      | Kondensation                | -              | 48.956           |
|                                                      | Produktwärme & Hallenabluft | -              | 4.640            |
|                                                      | Rauchgas                    | -              | 53.372           |
| <b>Gesamtergebnis Kapfenberg</b>                     |                             | <b>3.500</b>   | <b>131.501</b>   |

#### Detailanalysen Firmen:

##### **Pankl Schmiedetechnik**

Die Unternehmensgruppe Pankl verfügt über mehrere Standorte in der Stadtgemeinde Kapfenberg (Abbildung 14), an denen jeweils unterschiedliche Abwärmepotenziale vorliegen.

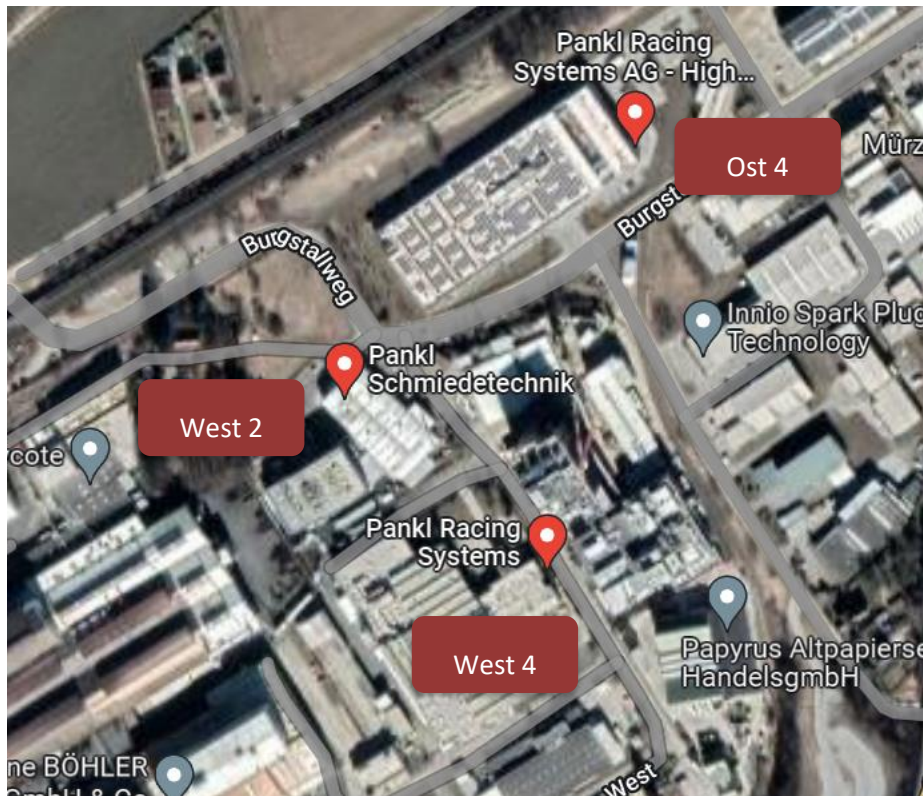


Abbildung 14: Übersicht der Pankl Standorte in Kapfenberg mit Pankl-internaler Bezeichnung

Am Standort Ost 4 hat die Firma Pankl Racing Systems eine bestehende Wärmerückgewinnung (WRG) für die Druckluftkompressoren installiert. In den Wintermonaten kann die Abwärme vollständig intern verwendet werden. In der Übergangszeit und Sommer sind Überschüsse bei ca. 150 kW und 80 °C vorhanden (Abbildung 15).

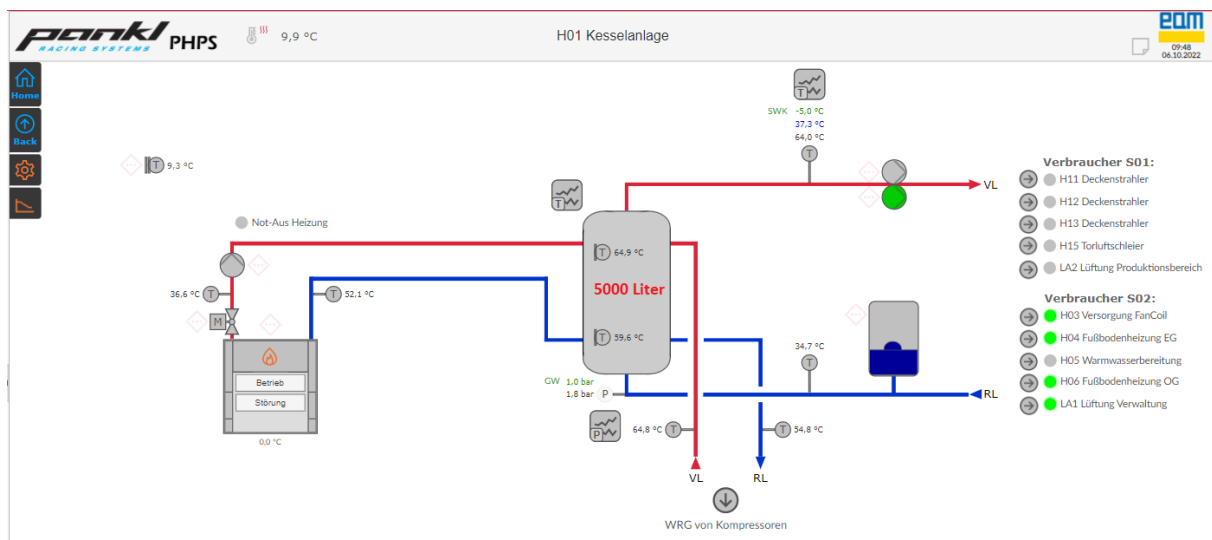


Abbildung 15: Interne Abwärmenutzung der Druckluftkompressoren bei Pankl Standort Ost 4 (Q: Pankl Racing Systems)

Abbildung 16 zeigt die Temperatur im vorhanden 5000 Liter Puffer der bis Ende Oktober über 70 °C hat.



Abbildung 16: Temperaturkurve des Wärmerückgewinnung-Pufferspeichers (5000 Liter) bei Pankl Standort Ost 4 (Q: Pankl Racing)

Am Standort West 2 (Pankl Schmiedetechnik GmbH) kann aus der Ölkühlung der hydraulischen Presse bei 50-57 °C Wärme rückgewonnen werden. Der Betrieb ist 2-schichtig von MO-FR. Derzeit wird zu 90% der Zeit über einen Kühlturm rückgeköhlt. Eine FW-Auskopplung über dem bestehenden Öl/Wasser-Plattenwärmetauscher und nachgeschalteter Wärmepumpe ist technisch realisierbar.

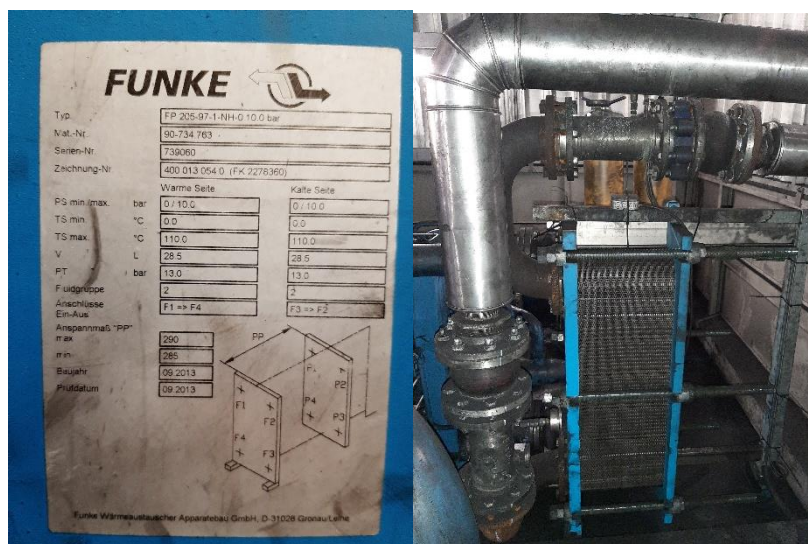


Abbildung 17: Bestehender Ölkühler-WT mit 300 kW am Pankl Standort West2 (Pankl Schmiedetechnik GmbH)

### Abwasserreinigungsanlage (ARA) Kapfenberg

Die Nutzung von Energie aus Abwasser für Fernwärme ist mittels Wärmepumpen möglich, wie mittlerweile in Gleisdorf, Weiz und Wien demonstriert.

Abbildung 18 zeigt die wesentlichen Parameter für die ARA Kapfenberg. Die Temperaturen liegen zwischen 22 °C im Sommer und 12 °C im Winter. Der Volumenstrom des Abwassers im Ablauf der Kläranlage liegt im Monatsmittel bei 77 l/s.

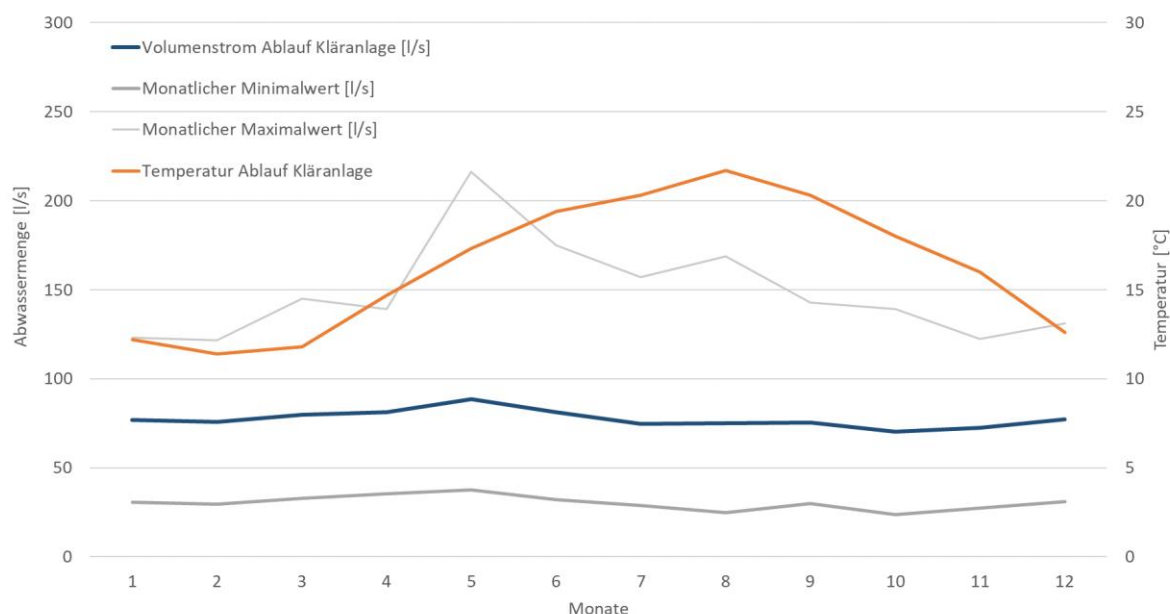


Abbildung 18: Volumenstrom und Temperatur im Ablauf der ARA Kapfenberg

Analog zu den Berechnungen die AEE INTEC für die Austrian Heat Map für alle Kläranlagen in Österreich erstellt hat (Abbildung 19), werden für die Abwärmepotenziale folgende Annahmen getroffen: 30% Abschlag für Regenereignisse und Lastspitzen, die nicht thermisch genutzt werden können, sowie eine Abkühlung um 5 Kelvin.

Es ergeben sich dadurch eine mögliche durchschnittliche Entzugsleistung von 1.132 kW bzw. ca. 10 GWh/a.

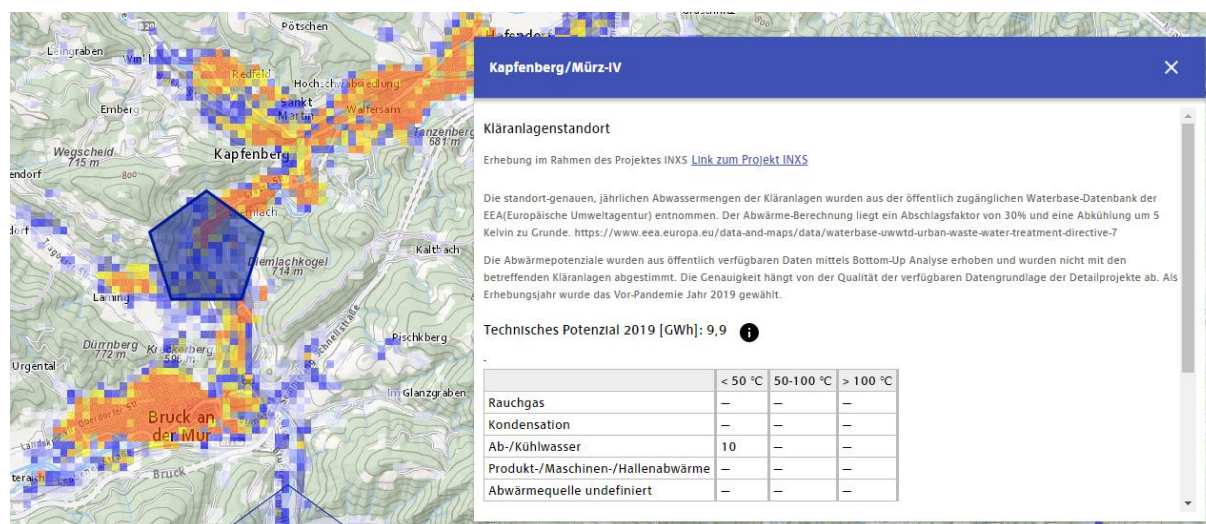


Abbildung 19: ARA Kapfenberg in der Austrian Heat Map <https://austrian-heatmap.gv.at/karte/>

### voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG

Im Zuge des AWK Stmk. wurde von der Montanuniversität Leoben eine Bottom-Up-Bewertung durchgeführt. Die technisch ungenutzten Potenziale bei der voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG liegen demnach bei insgesamt **118 GWh**.

In weiterer Folge wurden in Abstimmung mit den Stadtwerken Kapfenberg GmbH die vertraglich definierten Möglichkeiten zur Wärmeauskoppelung als Basis herangezogen. Diese liegen bei ca. **40 GWh** (siehe Tabelle 9 – inkl. Abwärme 1a, 1b, 2 – exkl. Gaskessel).

Abbildung 20 zeigt die Schnittstellendefinition zwischen voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co und Stadtwerke Kapfenberg GmbH. Es werden 4 Tarife angewandt, die sich an den unterschiedlichen Abwärmequellen orientieren. Tabelle 9 listet die relevanten Parameter der unterschiedlichen Tarife, die variieren in Leistung und zeitlicher Verfügbarkeit. Anzumerken ist, dass hinter Tarif 3 ein Gaskessel steckt, der als Spitzenabdeckung dienen kann, aber nicht als grüne Abwärme gilt.

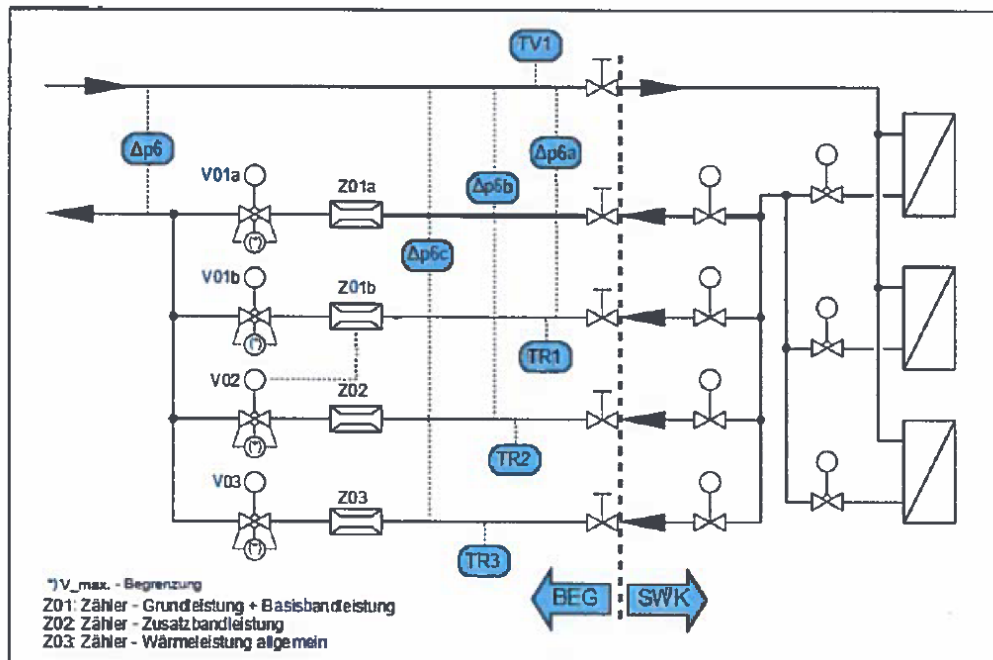


Abbildung 20: Schnittstellen Wärmeauskopplung voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co (BEG) / Stadtwerke Kapfenberg GmbH (SWK) (Quelle: [4])

Laut Wärmeauskopplungsvertrag (Technische Anschlussbedingungen, 03/2020) werden die Heizkurven bei  $-20\text{ °C}$  Außentemperatur auf  $100/70\text{ °C}$  und bei  $+20\text{ °C}$  Außentemperatur auf  $85/60\text{ °C}$  eingestellt (Abbildung 21).

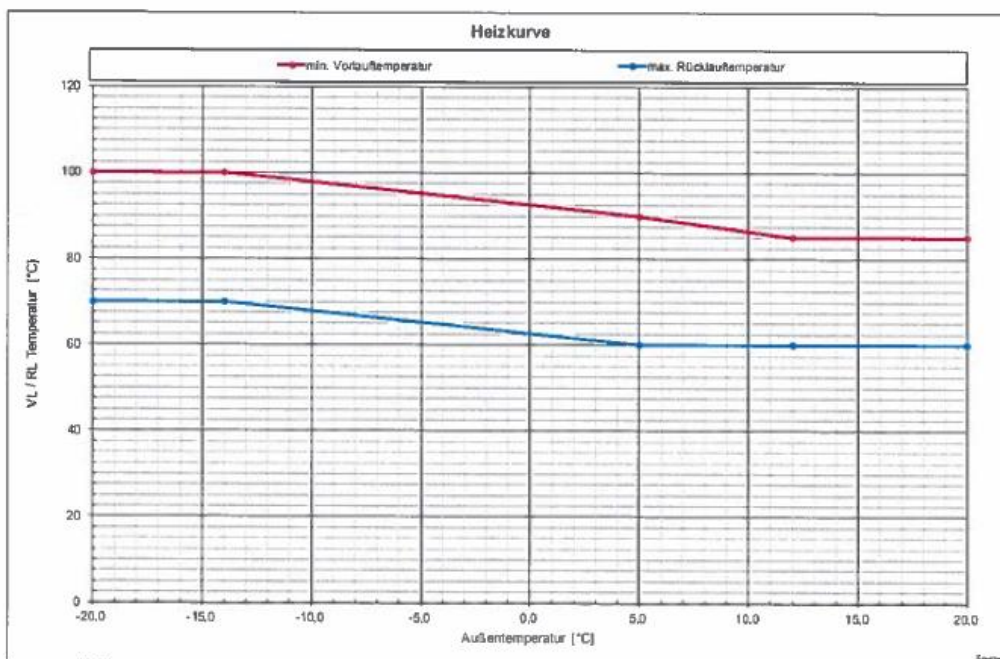


Abbildung 21: Heizkurven Abwärmeauskopplung (Quelle: [4])

### Ventana Foundry Kapfenberg Ges.m.b.H. Feingießerei

Hier besteht Abwärmepotenzial aus den Brennkammern für das Aushärten der Keramikformen. Der gasbefeuerte Prozess führt zu Abwärme in der Abluft des Kamins bei 800 bis 1200 °C. Eine genauere Messung von TÜV Süd wurde seitens Ventana nicht bereitgestellt. Die Messung war für 19.10.2022 vorgesehen.

Der Gaseinsatz wurde im AWK Stmk. mit 28.290 MWh angegeben. Die dort angegebene Abwärme Menge von 12.541 MWh erscheint aufgrund der Prozessbeschreibung plausibel (Tabelle 8). In telefonischer Rücksprache mit Ventana wurde das Abwärme-Potenzial auf 8.400 MWh festgelegt (Tabelle 9).

### Weitere Firmen ohne Potenzial

| Firmen                                                                                                                 | Kommentar                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Lactosan GmbH &amp; Co KG</b><br>Biotechnologie: Hersteller von Produkten auf Basis lebender Milchsäurebakterien    | Abwärme aus Kältemaschinen wird ganzjährig intern verwendet<br>Co-Substrate werden an ARA Kapfenberg zur Biogaserzeugung geliefert                                                                       |
| <b>voestalpine BÖHLER Aerospace GmbH &amp; Co KG</b><br>Herstellung von hochbeanspruchbaren Gesenkschmiedeteilen       | im Energiesystem Böhler Edelstahl inkludiert                                                                                                                                                             |
| <b>PMG GmbH</b><br>Herstellung von weichmagnetischen Werkstoffen für die Elektroindustrie                              | Lt. früheren Erhebungen nur sehr kleine AW (<15 kW)                                                                                                                                                      |
| <b>Bodycote Austria GmbH</b><br>Lohnwärmebehandlungen, Vakuumhärten, Löten, Niederdruckaufkohlen, Schutzgashärten bzw. | Keine relevante Abwärme                                                                                                                                                                                  |
| <b>Obersteirische Molkerei eGen</b><br>Produktion von Trinkmilch, Joghurt und Rahmprodukten                            | ungewiss wie es weitergeht --> deshalb kein interessanter Lieferant aber als Kunde mit Koppelung Stadtwerke Gebäude (aktuell mit alten Gaskesseln befeuert) welches mittelfristig an die Fernwärme kommt |

### 3.5.2 Interpretation / Analyse / Fazit

Tabelle 9 fasst die identifizierten Abwärmepotenziale in der Stadtgemeinde Kapfenberg zusammen. Dominant sind die Potenziale durch Böhler Edelstahl. Hier können große Abwärmemengen zu ausreichenden Temperaturen und größtenteils konstant gewonnen werden. Die Potenziale von Ventana sind mit Unsicherheiten zu sehen. Aus technischer Sicht scheinen die 8.400 MWh durchaus plausibel. Aufgrund von mehrmaligen unternehmerischen Änderungen wurde in der Besprechung des 21.10.2022 jedoch Bedenken hinsichtlich einer langfristigen Verfügbarkeit der Abwärme geäußert. Pankl hat an zwei Standorten Potenziale mit Einschränkungen was Temperaturen und zeitlicher Verfügbarkeit betrifft. Allerdings sind Auskopplung aufgrund von vorhandener Infrastruktur technisch möglich und sollten in weiteren Entwicklungsschritten mitbedacht werden. Für die Abwasserreinigungsanlage Kapfenberg sind die Potenziale über Wärmepumpen vorhanden und können Teil des Gesamtkonzepts sein. Die Möglichkeiten der Kläranlage als lokaler Wärmelieferant wurden in dem Ökofonds geförderten Projekt „Energieraumplanung Kapfenberg Südwest“ in Form einer umfassenden technischen Machbarkeitsuntersuchung analysiert [6].

Tabelle 9: Zusammenfassung der Abwärmepotenziale in Kapfenberg

| Firmenname                                | Abwärme Strom                                        | Medium     | VL-Temperatur [°C] | RL-Temperatur [°C] | Leistung [kW] | Betriebsstunden [h/a] | Energie [MWh/a] | Kommentare                                                              |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------|--------------------|--------------------|---------------|-----------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|
| voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG | Abwärme 1a                                           | Heißwasser | 100                | 70                 | 450           | 8.760                 | 3.942           | Konstant 7 Tage                                                         |
|                                           | Abwärme 1b                                           | Heißwasser | 100                | 70                 | 4.000         | 6.000                 | 24.000          | Konstant 5 Tage                                                         |
|                                           | Abwärme 2                                            | Heißwasser | 100                | 70                 | 2.000         | 6.000                 | 12.000          | Konstant 5 Tage                                                         |
|                                           | Gaskessel Böhler                                     | Heißwasser | 100                | 70                 | 5.000         | 2.760                 | 13.800          | keine Abwärme                                                           |
| Ventana Foundry Kapfenberg Ges.m.b.H.     | Abwärmepotenziale vorhanden                          | Abluft     | 800                | 130                | 1.400         | 6.000                 | 8.400           | mit Unsicherheiten                                                      |
| Pankl Racing Systems (Ost4)               | Interne Abwärmenutzung mit sommerlichen Überschüssen | Heißwasser | 80                 | 50                 | 150           | 3.600                 | 540             | nur sommerliche Überschüsse                                             |
| Pankl Schmiedetechnik GmbH (West2)        | Bestehender Öl-/Wasser-WT                            | Öl         | 57                 | 50                 | 300           | 4.000                 | 1.200           | Konstant                                                                |
| Abwasserreinigungsanlage (ARA) Kapfenberg | Abwasser Ablauf                                      | Abwasser   | 15                 | 10                 | 1.132         | 8.760                 | 9.915           | Sommer: 22 °C;<br>Winter: 12 °C;<br>Absenkung um 5 Kelvin immer möglich |
| <b>GESAMT</b>                             |                                                      |            |                    |                    | <b>14.432</b> |                       | <b>73.799</b>   |                                                                         |

### 3.6 Thermo-hydraulische Netzsimulation und Analyse

Die physikalische Nachbildung und thermo-hydraulische Netzsimulation des bestehenden Wärmenetzes wurde mittels der Software „simplex“ [7] von der Firma Pink GmbH durchgeführt, die bereits in zahlreichen Forschungs- sowie Kundenprojekten für die Simulation von Fernwärmenetzen eingesetzt wurde.

Dabei wurde ein detailliertes physikalisches Modell des Kapfenberger Fernwärmenetzes erstellt, das auf einer Vielzahl an Informationen basiert, die vom Netzbetreiber für alle wesentlichen Komponenten wie z.B. Position und Dimension aller Rohre, Position, Leistung und Wärmeabnahme aller Abnehmer, Position und Leistung der Wärmequellen zur Verfügung gestellt wurden. Des Weiteren wurde über aufgezeichnete Betriebsdaten von Temperaturen, Drücken sowie Leistungen eine Validierung des Modells vorgenommen, indem diese Realdaten den simulierten Werten gegenübergestellt wurden.

Das so kalibrierte thermo-hydraulische Netzmodell diente in weiterer Folge zur Ermittlung von Temperatur- und Druckverhältnissen, der Identifikation von Kapazitäts-Engpässen bei Netzerweiterungen und / oder beim Anschluss neuer Einspeiser, der Vordimensionierung von Pumpen und Transportleitungen sowie zur Abschätzung der Wärmeverteilverluste. Die Berechnung wurde jeweils für den Auslegungsfall durchgeführt, durch eine Jahressimulation im Zeitschritt von 15 min ( $\sim 35.000$  Einzelberechnungen) konnten zudem Verlaufsdaten aller Komponenten simuliert werden.

Da die Software auch die Nachbildung einzelner Bauabschnitte erlaubt, konnte zudem der Stufenplan zum Fernwärmeausbau mit allen dazugehörigen Varianten (vgl. Kapitel 3.4) einfach und übersichtlich im Netzmodell reproduziert werden. Dies war hinsichtlich der im Projekt festgelegten und akkordierten Varianten über die Fernwärmeaufbringung, zur Einsatzreihenfolge und Priorisierung der unterschiedlichen Einspeiser in Kombination mit möglichen Ringschlüssen im Fernwärmeverteilnetz hilfreich.

Für die Ergebnisvisualisierung und -auswertung sowie die eigenständige Parametrierung des Netzmodells wurde dem Projektteam seitens der Pink GmbH eine ausführbare Datei (\*.exe) zur Verfügung gestellt. Die nachfolgende Abbildung 22 zeigt die grafische Benutzeroberfläche des „simplex – viewers“ der Pink GmbH.

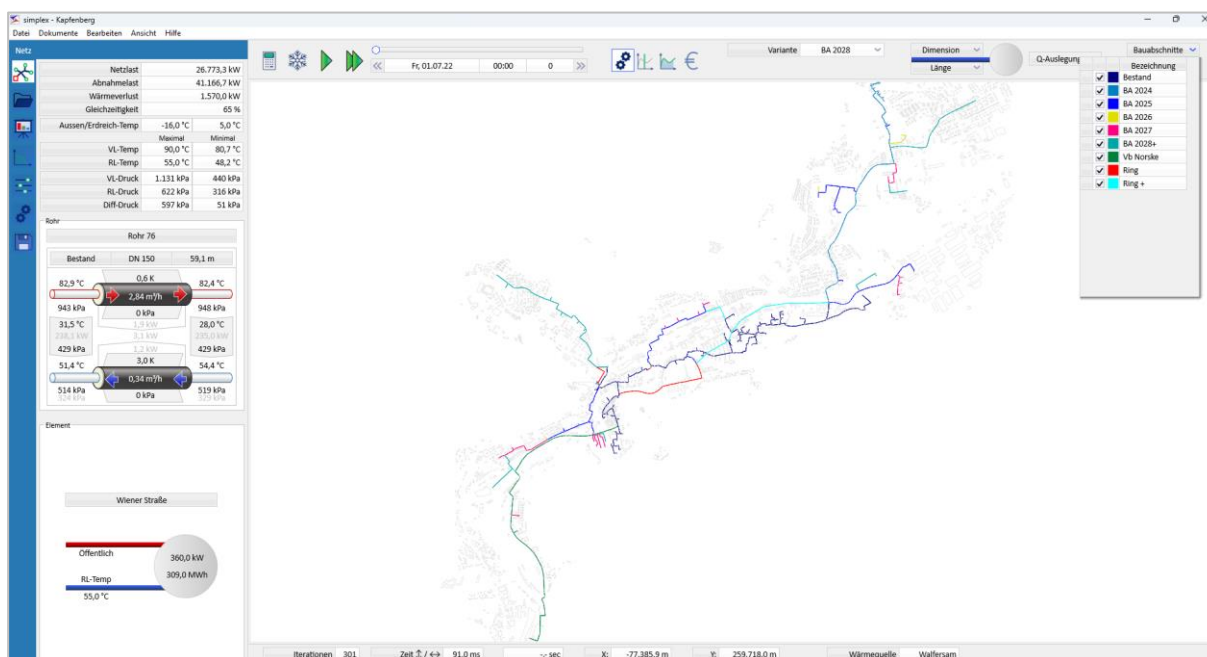


Abbildung 22: Grafische Benutzeroberfläche der Software „simplex“ bzw. des „simplex-viewers“ der Pink GmbH

### 3.6.1 Basisdaten des Netzmodells

Das physikalische Modell des Fernwärmenetzes erfordert eine Vielzahl an Inputdaten. Beispielsweise wurden für die Rohrmodelle die in Tabelle 10 angeführten Rohrdaten herangezogen, die Festlegung der Rohrdimensionen jedes einzelnen Rohres erfolgte mittels vorhandener Netzpläne.

Tabelle 10: Rohrdaten der im Netzmodell verwendeten Rohre

| Name   | Bemerkung | DA       | DI       | s      | k-Wert | v-Max   | Iso-DA   | Iso-k      | Verlust    |
|--------|-----------|----------|----------|--------|--------|---------|----------|------------|------------|
| DN 20  | Serie 1   | 26,9 mm  | 21,7 mm  | 2,6 mm | 0,010  | 1,0 m/s | 90,0 mm  | 0,026 W/mK | 0,135 W/mK |
| DN 25  | Serie 1   | 33,7 mm  | 28,5 mm  | 2,6 mm | 0,010  | 1,0 m/s | 90,0 mm  | 0,026 W/mK | 0,166 W/mK |
| DN 32  | Serie 1   | 42,4 mm  | 37,2 mm  | 2,6 mm | 0,010  | 1,0 m/s | 110,0 mm | 0,026 W/mK | 0,171 W/mK |
| DN 40  | Serie 1   | 48,3 mm  | 43,1 mm  | 2,6 mm | 0,010  | 1,0 m/s | 110,0 mm | 0,026 W/mK | 0,198 W/mK |
| DN 50  | Serie 1   | 60,3 mm  | 54,5 mm  | 2,9 mm | 0,010  | 1,0 m/s | 125,0 mm | 0,026 W/mK | 0,224 W/mK |
| DN 65  | Serie 1   | 76,1 mm  | 70,3 mm  | 2,9 mm | 0,010  | 1,0 m/s | 140,0 mm | 0,026 W/mK | 0,268 W/mK |
| DN 80  | Serie 1   | 88,9 mm  | 82,5 mm  | 3,2 mm | 0,010  | 1,0 m/s | 160,0 mm | 0,026 W/mK | 0,278 W/mK |
| DN 100 | Serie 1   | 114,3 mm | 107,1 mm | 3,6 mm | 0,010  | 2,5 m/s | 200,0 mm | 0,026 W/mK | 0,292 W/mK |
| DN 125 | Serie 1   | 139,7 mm | 132,5 mm | 3,6 mm | 0,010  | 2,5 m/s | 225,0 mm | 0,026 W/mK | 0,343 W/mK |
| DN 150 | Serie 1   | 168,3 mm | 160,3 mm | 4,0 mm | 0,010  | 2,5 m/s | 250,0 mm | 0,026 W/mK | 0,413 W/mK |
| DN 180 | Serie 2   | 193,7 mm | 183,7 mm | 5,0 mm | 0,010  | 3,0 m/s | 300,0 mm | 0,026 W/mK | 0,373 W/mK |
| DN 200 | Serie 2   | 219,1 mm | 207,3 mm | 5,9 mm | 0,010  | 2,0 m/s | 315,0 mm | 0,026 W/mK | 0,450 W/mK |
| DN 250 | Serie 2   | 273,0 mm | 260,4 mm | 6,3 mm | 0,010  | 3,0 m/s | 350,0 mm | 0,026 W/mK | 0,657 W/mK |

In der farblichen Darstellung der Rohrdimensionen zeigt sich, dass die Verwendung der größten Rohrdimension nur für die neuen Einspeiser „Norkse Skog“ sowie „Biomasse-Heizwerk“ notwendig wird, denn entsprechend den Vorgaben müssen diese Leitungen eine maximalen Einspeiseleistung von bis zu 15 MW übertragen (Abbildung 23, links). Zudem ist die lange Verbindungsleitung „Norske“ ersichtlich, die eine Länge von ~3,5 km hat.

Als weiterer Inputwert mussten für alle Rohre die geodätischen Höhen festgelegt werden, basierend darauf wurde dann der statische Druck im Fernwärmenetz berechnet. In der Farbdarstellung (Abbildung 23, rechts) zeigt sich ein maximaler Wert von 470 kPa, was einem geodätischen Höhenunterschied vom nord-östlichen Hochpunkt (535 m ü. A.) bis zum süd-westlichen Tiefpunkt (487 m ü. A.) von ~50 m entspricht.

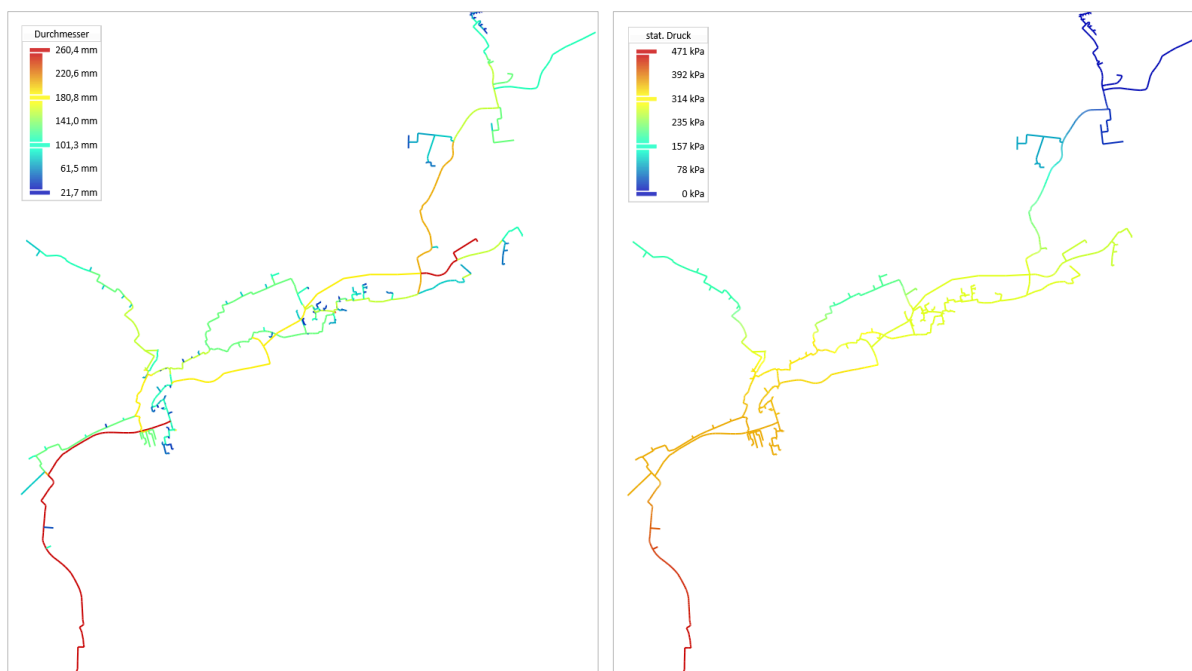


Abbildung 23: Rohrdurchmesser (links) sowie statischer Druck (rechts) des Rohrnetzmodells (Pink GmbH)

Auch für unterschiedliche Temperaturen des Fernwärmebetriebs mussten Werte bzw. Verläufe angenommen werden, z.B. ist der Verlauf der Außentemperatur über den Betrachtungszeitraum der Jahressimulation erforderlich. Hierfür wurden für den Standort „Kapfenberg“ Stundenwerte der „GeoSphere-Austria“ herangezogen, woraus wiederum die Werte für die Erdreichtemperatur errechnet werden konnten (Abbildung 24, oben).

Ebenfalls auf der Außentemperatur basiert der Verlauf der Rücklauftemperatur (Abbildung 24, unten), wobei die Abhängigkeit über aufgezeichnete Realdaten und eine Zuordnungstabelle hergestellt wurde. Aufgrund nicht vorhandener Detailinformation über einzelne Abnehmer wurde zudem die Vereinfachung getroffen, dass diese Rücklauftemperatur für alle Abnehmer gilt.



Abbildung 24: Verlauf der Außen- und Erdreichtemperatur sowie der Abnehmer-Rücklauftemperatur über den Simulationszeitraum (Pink GmbH)

### 3.6.2 Ergebnisse Netzsimulation im Auslegungsfall

Durch die Berechnung im Auslegungsfall wurde die maximale Netzbelastung simuliert, bei der alle Abnehmer die technische Anschlussleistung aus dem Fernwärmenetz beziehen. In diesem Fall muss jedoch ein **Gleichzeitigkeitsfaktor** berücksichtigt werden, da aufgrund der zeitlichen Verschiebung der maximalen Entnahmeleistungen der Abnehmer zu keinem Zeitpunkt die Summe der Einzelleistungen aus dem Netz entnommen wird. Unter Berücksichtigung der Realdaten wurde dieser Faktor für alle Varianten mit **65%** festgelegt.

Die Ergebnisse des Auslegungsfalls können für alle errechneten Netzparameter in Tabellen zusammengefasst werden (vgl. Tabelle 11), aber auch die Darstellung von farblichen

Netzplänen ist möglich (vgl. Abbildung 25). Des Weiteren kann ein „Längsschnitt“ des Fernwärmenetzes erstellt werden, bei dem die Vor- und Rücklauftemperatur sowie der Vor- und Rücklaufdruck über die Entfernung der jeweiligen Rohrleitung vom Fernheizwerk „Walfersam“ aufgetragen wird, und in dem übermäßige Druck- und Temperaturverluste deutlich aufgezeigt werden können (vgl. Abbildung 26).

Nachfolgend sind entsprechende Ergebnisse aus der Netzsimulation für das Referenzjahr 2023 (Status quo) sowie für abgestimmte Szenarien des Stufenplans dargestellt und erläutert.

### Modell „Status quo“:

Die Berechnungsergebnisse für das Bestandsnetz aus Tabelle 11 zeigen eine gesamte Abnahmeleistung von 16 MW, entsprechend dem Gleichzeitigkeitsfaktor ergibt sich eine Netzlast von 10 MW, wobei diese Leistung größtenteils vom Gaskessel „Walfersam“ aufgebracht werden muss.

Tabelle 11: Berechnungsergebnisse im Auslegungsfall – „Status quo“ (Pink GmbH)

| Wärmenetz            |  |             | Wärmequellen |                |              |
|----------------------|--|-------------|--------------|----------------|--------------|
| Netzlast             |  | 10.383,5 kW | Bezeichnung  | Differenzdruck | Th. Leistung |
| Abnahmelast          |  | 16.015,7 kW | Walfersam    | 670 kPa        | 7.141,5 kW   |
| Wärmeverlust         |  | 367,9 kW    | Schinitz     | 74 kPa         | 750,0 kW     |
| Gleichzeitigkeit     |  | 65 %        | Böhler       | 136 kPa        | 2.500,0 kW   |
| Aussen/Erdreich-Temp |  | -16,0 °C    |              |                |              |
|                      |  | Maximal     | Minimal      |                |              |
| VL-Temp              |  | 85,0 °C     | 76,8 °C      |                |              |
| RL-Temp              |  | 55,0 °C     | 50,5 °C      |                |              |
| VL-Druck             |  | 1.073 kPa   | 799 kPa      |                |              |
| RL-Druck             |  | 785 kPa     | 361 kPa      |                |              |
| Diff-Druck           |  | 669 kPa     | 50 kPa       |                |              |

In Abbildung 25 wurden die Ergebnisse des Auslegungsfalls für das Bestandsnetz in Form von farblichen Netzplänen für wichtige Netzdaten zusammengefasst. Hinsichtlich der Versorgungstemperaturen im Vorlauf sowie im Rücklauf zeigen sich nur im Nordöstlichen Bereich höhere Temperaturverluste, die sich durch die lange Versorgungsleitung bei gleichzeitig großer Rohrdimension und niedriger Abnahmeleistung ergeben.

Bei den Druckverhältnissen ergibt sich in weiten Bereichen des Netzes ein geringer Druckabfall bzw. ein geringfügiger spez. Druckverlust, lediglich bei der Verbindungsleitung im Zentrum des Netzes erreicht dieser Werte größer als 240 Pa/m. Dieser hohe Druckabfall ist auch im linken Bereich des Längsschnitts aufgrund der größeren Steigung der Grafen für den Vor- und Rücklaufdruck erkennbar (Abbildung 26).

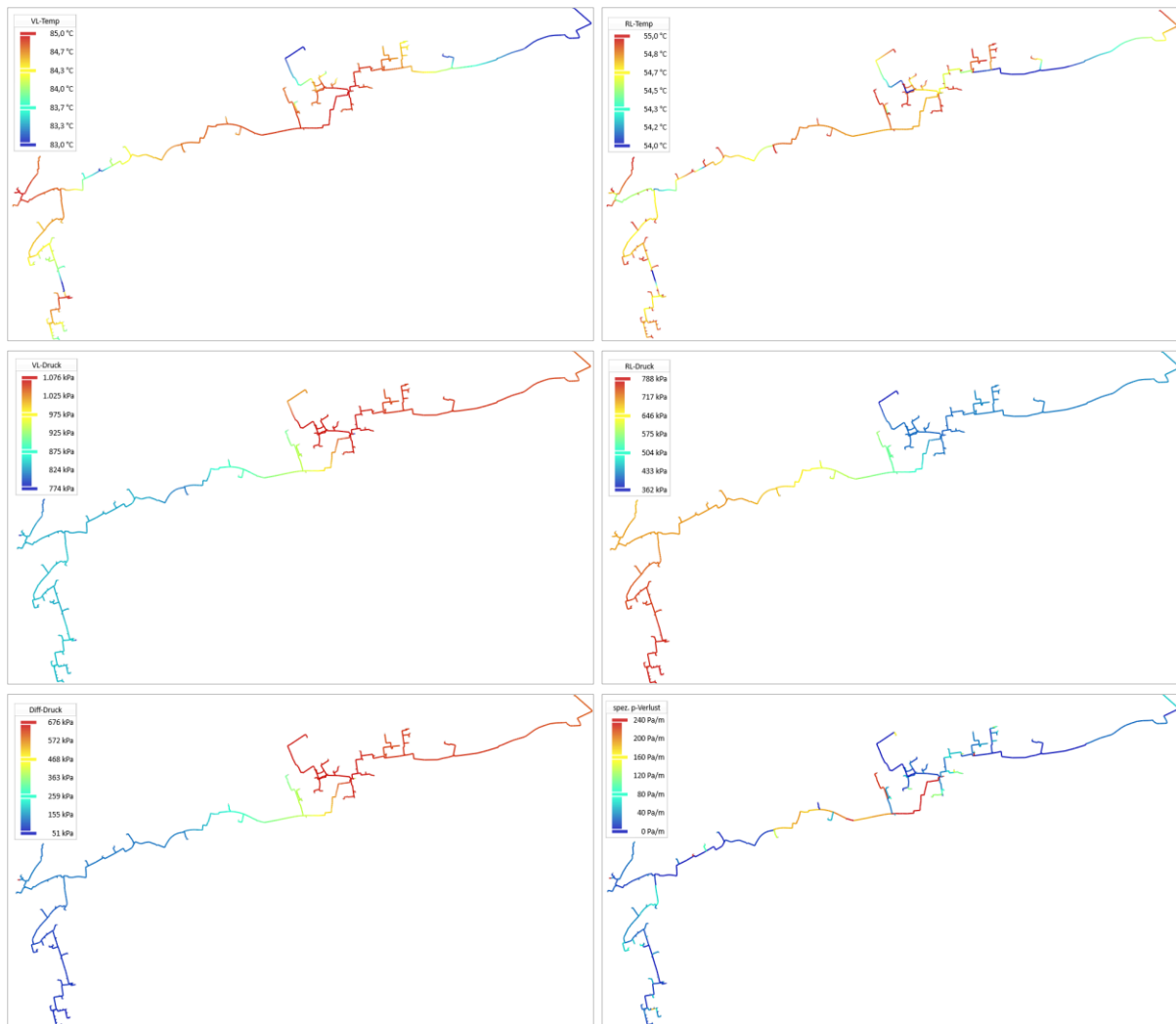


Abbildung 25: Darstellung der Temperatur- und Druckverhältnisse – „Status quo“ (Pink GmbH)

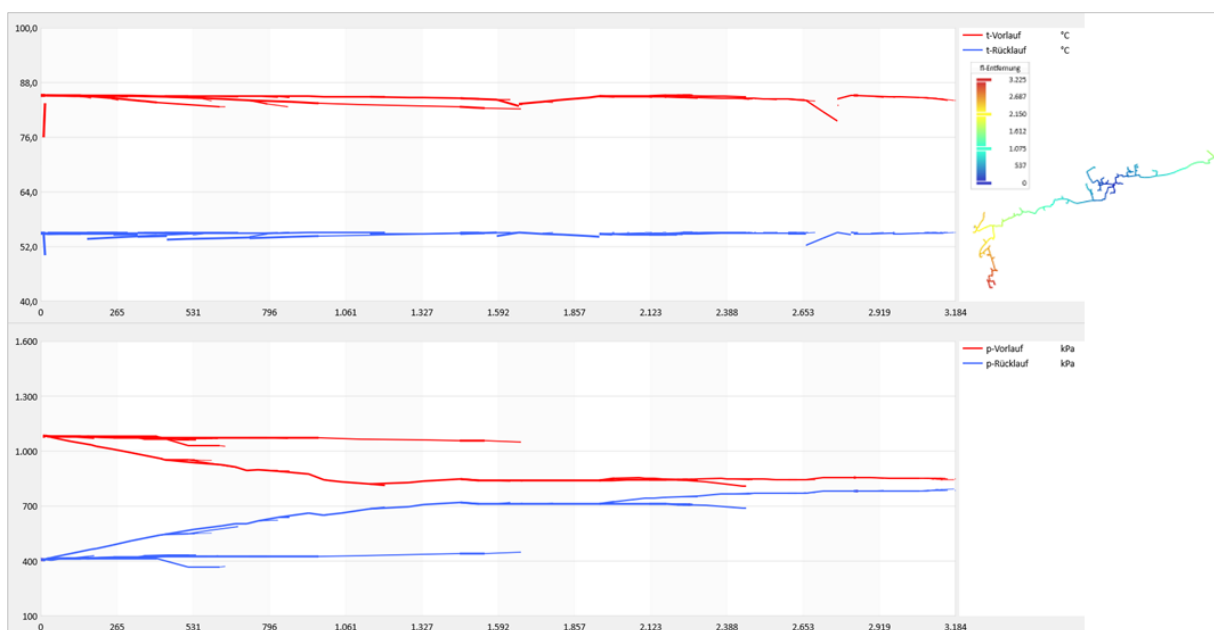


Abbildung 26: Längsschnitt (Abstand vom Fernheizwerk „Walfersam“) für die Vor- und Rücklauf-temperatur sowie den Vor- und Rücklaufdruck – „Status quo“ (Pink GmbH)

## Modell „Szenario I“:

Im Netzmodell "Szenario I" sind entsprechend dem Ausbauplan für den Bauabschnitt 1 neue Fernwärmetrassen und Abnehmer sowie die Integration zusätzlicher Einspeisekapazitäten berücksichtigt (vgl. Kapitel 3.4.1). Aufgrund der teilweise bereits im Bestandsnetz vorhandenen hohen Druckbelastung sind im Netzmodell bereits Ringleitungen zur Druckentlastung vorgesehen (Abbildung 7, Kapitel 3.6.4).

Die Zusammenfassung der Berechnung in Tabelle 12 zeigt eine Abnahmelast von 31 MW, die Netzlast steigt auf über 20 MW, was einer Verdoppelung der Leistungen im Vergleich zum Bestandsnetz entspricht. Trotz des neu integrierten Einspeisers „Norske" muss die Wärmeleistung zu mehr als der Hälfte vom Gaskessel „Walfersam" aufgebracht werden.

Tabelle 12: Berechnungsergebnisse im Auslegungsfall – „Szenario I" (Pink GmbH)

| Wärmenetz            |  |             | Wärmequellen |                |              |
|----------------------|--|-------------|--------------|----------------|--------------|
| Netzlast             |  | 20.404,3 kW | Bezeichnung  | Differenzdruck | Th. Leistung |
| Abnahmelast          |  | 31.279,2 kW | Walfersam    | 643 kPa        | 11.152,3 kW  |
| Wärmeverlust         |  | 1.345,2 kW  | Schinitz     | 583 kPa        | 750,0 kW     |
| Gleichzeitigkeit     |  | 65 %        | Norske       | 679 kPa        | 6.000,4 kW   |
| Aussen/Erdreich-Temp |  | -16,0 °C    | Böhler       | 565 kPa        | 2.500,3 kW   |
|                      |  | 5,0 °C      |              |                |              |
|                      |  | Maximal     |              |                |              |
| VL-Temp              |  | 90,0 °C     |              |                |              |
|                      |  | Minimal     |              |                |              |
| RL-Temp              |  | 55,0 °C     |              |                |              |
|                      |  | 53,3 °C     |              |                |              |
| VL-Druck             |  | 1.251 kPa   |              |                |              |
|                      |  | 466 kPa     |              |                |              |
| RL-Druck             |  | 578 kPa     |              |                |              |
|                      |  | 375 kPa     |              |                |              |
| Diff-Druck           |  | 679 kPa     |              |                |              |
|                      |  | 55 kPa      |              |                |              |

Die Druckverhältnisse (Abbildung 27) zeigen, dass der Vorlaufdruck im Vergleich zum Bestand nur um rund 200 kPa steigt, was auf den höheren statischen Druck zurückgeführt werden kann, der sich aufgrund der größeren Höhenunterschiede im Netz einstellt. Trotz der Verdoppelung der Leistung bleibt der Differenzdruck nahezu unverändert, denn durch die zusätzlichen Ringleitungen konnte die Übertragungskapazität deutlich gesteigert bzw. der spez. Druckverlust niedrig gehalten werden.

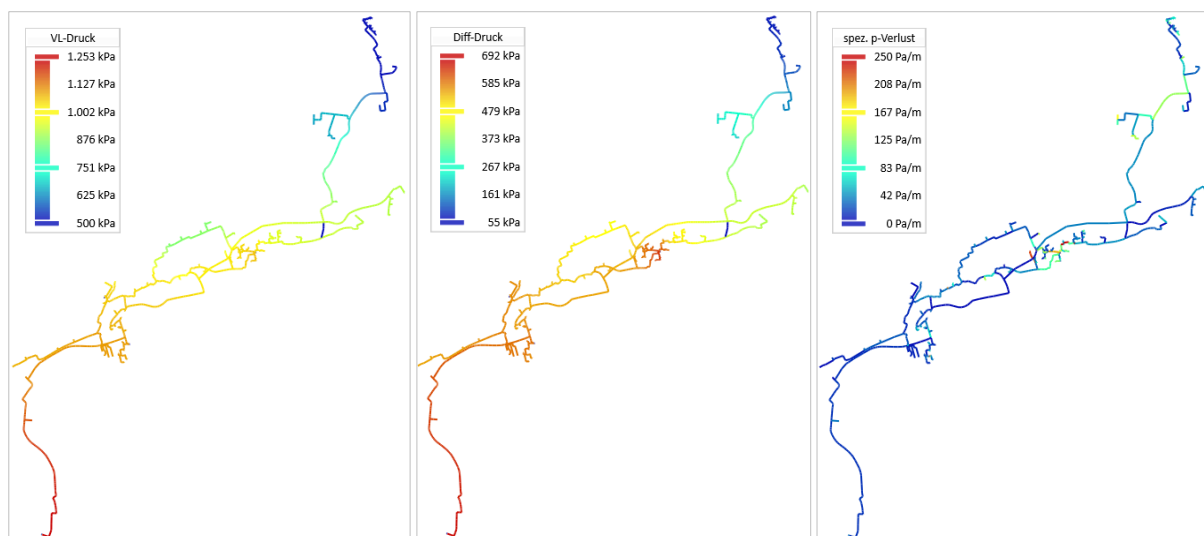


Abbildung 27: Darstellung der Druckverhältnisse – „Szenario I" (Pink GmbH)

### Modell „Szenario II“:

Im Netzmodell "Szenario II" sind entsprechend dem Ausbauplan für den Bauabschnitt 2 die neuen Fernwärmetrassen und Abnehmer sowie die Integration neuer Einspeiser berücksichtigt. Zur Deckung des zusätzlichen Leistungsbedarfes ist neben der Kapazitätserweiterung der Abwärmeauskoppelung die Errichtung eines neuen Biomasseheizwerkes vorgesehen (vgl. Kapitel 3.4.2). Die bereits im Netzmodell "Szenario I" eingeführten Ringleitungen zur Druckentlastung bleiben weiterhin bestehen bzw. sind auch nach Abschluss von Bauabschnitt 2 unerlässlich.

Die Berechnungsergebnisse in Tabelle 13 verdeutlichen die weitere Steigerung der Abnahmelast auf 41 MW, aufgrund der gleichbleibenden Gleichzeitigkeit ergibt sich eine Netzlast von 27 MW. Durch den zusätzlichen Einspeiser „Biomasse“ muss die Aufbringung der Wärmeleistung nur mehr zu einem Drittel durch die Gaskessel (Schinitz, Walfersam) realisiert werden.

Tabelle 13: Berechnungsergebnisse im Auslegungsfall – „Szenario II“ (Pink GmbH)

| Wärmenetz            |             |         |  |
|----------------------|-------------|---------|--|
| Netzlast             | 26.786,8 kW |         |  |
| Abnahmelast          | 41.187,3 kW |         |  |
| Wärmeverlust         | 1.569,5 kW  |         |  |
| Gleichzeitigkeit     | 65 %        |         |  |
| Aussen/Erdreich-Temp | -16,0 °C    | 5,0 °C  |  |
|                      | Maximal     | Minimal |  |
| VL-Temp              | 90,0 °C     | 74,4 °C |  |
| RL-Temp              | 55,0 °C     | 47,4 °C |  |
| VL-Druck             | 1.075 kPa   | 422 kPa |  |
| RL-Druck             | 639 kPa     | 302 kPa |  |
| Diff-Druck           | 572 kPa     | 50 kPa  |  |

| Wärmequellen |                |              |
|--------------|----------------|--------------|
| Bezeichnung  | Differenzdruck | Th. Leistung |
| Walfersam    | 543 kPa        | 7.533,9 kW   |
| Schinitz     | 355 kPa        | 750,0 kW     |
| Biomasse     | 572 kPa        | 10.000,0 kW  |
| Norske       | 441 kPa        | 6.000,0 kW   |
| Böhler       | 346 kPa        | 2.500,0 kW   |

Die zusätzliche Wärmequelle wirkt sich auch positiv auf die Druckverhältnisse aus (Abbildung 28), denn durch die größere Einspeiseleistung im Osten des Netzes sinkt der Vorlaufdruck trotz höheren statischen Drucks auf das Niveau des Bestandsnetzes, der Differenzdruck liegt sogar darunter. Die geringen spezifischen Druckverluste lassen sich wieder auf den neu integrierten Ringleitungen begründen.

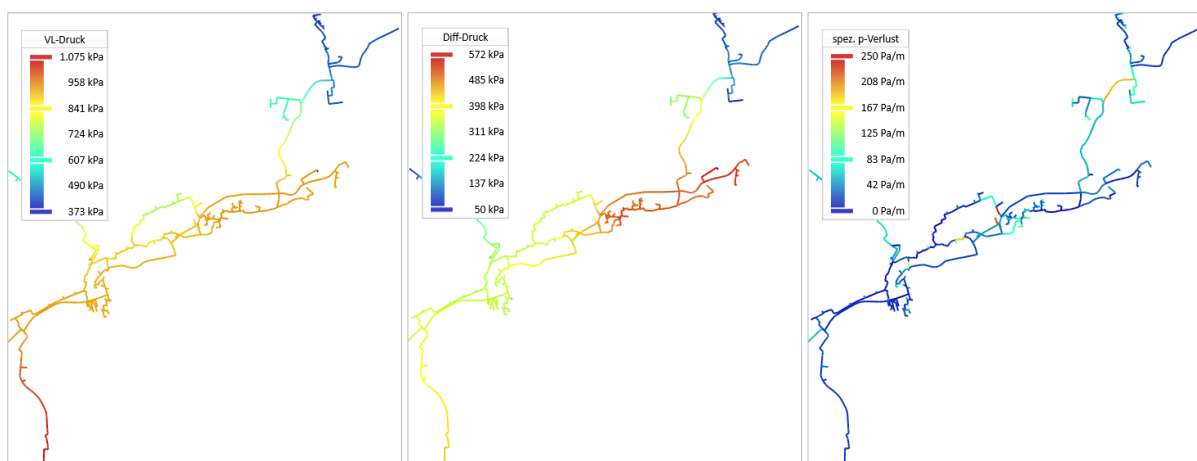


Abbildung 28: Darstellung der Druckverhältnisse – „Szenario II“ (Pink GmbH)

### 3.6.3 Ergebnisse thermo-hydraulische Jahressimulation [7]

Während bei der Berechnung des Auslegungspunkts die Zustandsparameter des Fernwärmenetzes für den Betriebspunkt der maximalen Belastung ermittelt werden (Kapitel 3.6.2), werden nachfolgend die Netzverhältnisse über den Zeitraum eines gesamten Betriebsjahres betrachtet. Die zeitliche Auflösung der thermo-hydraulischen Jahressimulation liegt bei 15 Minuten Schritten. Die nachfolgend dargestellten Verlaufs- und Summenwerte basieren somit auf rund 35.000 Einzelberechnungen je Variante im Simulationsmodell.

#### Modell „Status quo“:

Die für das Bestandsnetz durchgeführte Jahressimulation zeigte die in Tabelle 14 zusammengefassten relevanten Netzdaten, wobei sich entsprechend der Festlegung der Abnehmerdaten eine gesamte Abnahmemenge von rund 20 GWh, eine Einspeisemenge von 23 GWh sowie eine daraus berechnete Netzeffizienz von 88 % ergab. Ebenfalls dargestellt sind die maximalen Leistungen sowie die Anteile der einzelnen Wärmequellen an der Wärmeaufbringung. Sofern also die Abwärme-Quelle „Böhler“ stabil 2,5 MW<sub>th</sub> liefern würde, könnte damit ein Anteil von 68 % abgedeckt werden und lediglich 32 % müssten über Gaskessel aufgebracht werden.

Tabelle 14: Berechnungsergebnisse der Jahressimulation – „Status quo“ (Pink GmbH)

| Wärmenetz              |              |         | Wärmequellen |            |             |        |
|------------------------|--------------|---------|--------------|------------|-------------|--------|
| Einspeisemenge         | 22.979,8 MWh |         | Einspeiser   | Q-Max [kW] | W-Ist [MWh] | Anteil |
| Abnahmemenge           | 20.107,5 MWh |         | Böhler       | 2.500      | 15.540.211  | 68 %   |
| Wärmeverlust           | 2.873,3 MWh  |         | Schnitz      | 750        | 2.577.309   | 11 %   |
| Effizienz              | 88 %         |         | Walfersam    | -          | 4.860.555   | 21 %   |
| Ø Aussen/Erdreich-Temp | 10,2 °C      | 10,1 °C |              |            |             |        |
|                        | Maximal      | Minimal |              |            |             |        |
| Ø VL-Temp              | 85,0 °C      | 69,4 °C |              |            |             |        |
| Ø RL-Temp              | 57,3 °C      | 48,2 °C |              |            |             |        |
| Ø VL-Druck             | 573 kPa      | 416 kPa |              |            |             |        |
| Ø RL-Druck             | 442 kPa      | 342 kPa |              |            |             |        |
| Ø Diff-Druck           | 152 kPa      | 50 kPa  |              |            |             |        |

Die Verlaufsdaten der maximalen sowie minimalen Vorlauftemperatur, des maximalen sowie des minimalen Netzdrucks sowie der Lastgang von Netzlast, Abnahmelast und Wärmeverlust bzw. der Lastgang der einzelnen Wärmequellen sind in Abbildung 29 dargestellt.

Aufgrund der tiefsten Außentemperatur, die kurzfristig Anfang Dezember bzw. Ende Jänner auftritt, ergeben sich auch in diesen Zeitpunkten die Maximalwerte für die Netzlast / Einspeiseleistung bzw. den Differenzdruck. Im Sommer sowie in der Übergangszeit kann dagegen die Wärmelast ausschließlich vom Einspeiser „Böhler“ abgedeckt werden, was auch den hohen Abdeckungsanteil trotz des geringen Leistungsanteils erklärt.

<sup>7</sup> Die im Kapitel 3.6.3 dargestellten jahresbezogenen Kennzahlen können von den in Kapitel 3.4.3 vorgestellten energietechnischen Kennzahlen abweichen, da für die Szenario Berechnungen und Analysen vereinzelt unterschiedliche Annahmen zugrunde liegen. Wesentliche Unterschiede sind durch die Anwendung unterschiedlicher Software (simplex bzw. energyPRO), durch abweichende Annahmen zu Einspeiseleistungen je Bauabschnitt sowie durch die Nicht-Berücksichtigung (Kapitel 3.6.3) bzw. Berücksichtigung (Kapitel 3.4.3) von Stillstands- und Revisionszeiten bei der Abwärmeauskoppelung begründet.

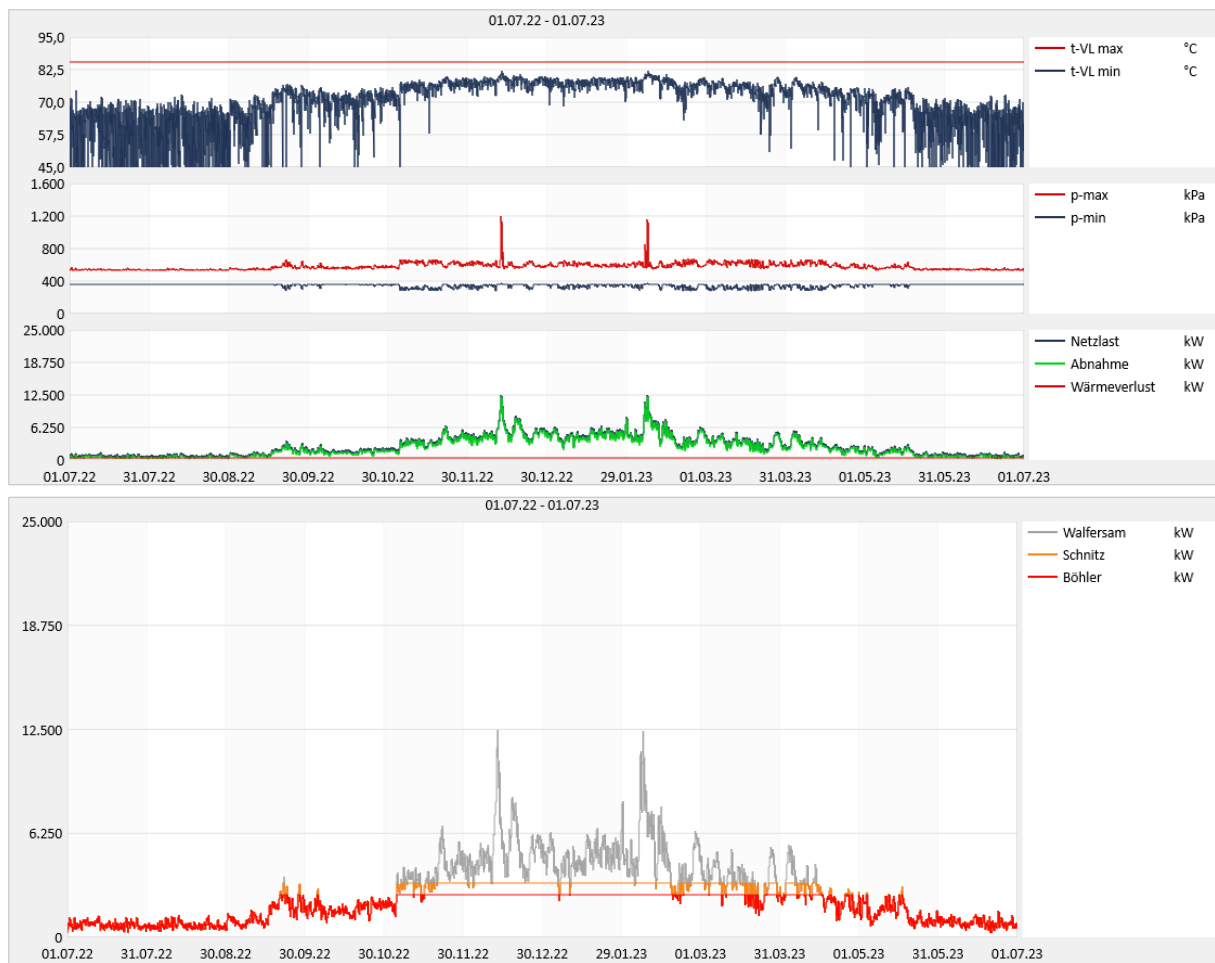


Abbildung 29: Verlaufsdaten relevanter Netzdaten sowie der Einspeiseleistung – „Status quo“ (Pink GmbH)

### Modell „Szenario I“:

Für den Netzausbau, der bis zum Jahr 2027 erwartet wird, ergeben sich deutliche Steigerungen der Abnahmemenge und dementsprechend bei der eingespeisten Wärme (Tabelle 15).

Aufgrund der geplanten Netzerweiterungen, der zusätzlichen Ringleitungen sowie der Verbindungsleitung „Norske“ steigt allerdings auch der Wärmeverlust im Netz deutlich an, was zu einer Reduktion der Gesamteffizienz des Fernwärmenetzes auf 78 % führt. Trotz der wesentlich größeren Wärmeabnahme sinkt der Anteil der Wärmeaufbringung durch erdgasbetriebenen Kessel („Schinitz“ und „Walfersam“) aufgrund der neuen Abwärmeauskopplung aus Norske Skog auf unter 10 %.

Tabelle 15: Berechnungsergebnisse der Jahressimulation – „Szenario I“ (Pink GmbH)

| Wärmenetz              |              |         | Wärmequellen |            |             |        |
|------------------------|--------------|---------|--------------|------------|-------------|--------|
| Einspeisemenge         | 44.494,7 MWh |         | Einspeiser   | Q-Max [kW] | W-Ist [MWh] | Anteil |
| Abnahmemenge           | 34.770,6 MWh |         | Böhler       | 2.500      | 19.324.770  | 43 %   |
| Wärmeverlust           | 9.744,0 MWh  |         | Norske       | 6.000      | 21.062.970  | 47 %   |
| Effizienz              | 78 %         |         | Schnitz      | 750        | 1.062.754   | 2 %    |
| Ø Aussen/Erdreich-Temp | 10,2 °C      | 10,1 °C | Walfersam    | -          | 3.037.975   | 7 %    |
|                        | Maximal      | Minimal |              |            |             |        |
| Ø VL-Temp              | 88,2 °C      | 59,3 °C |              |            |             |        |
| Ø RL-Temp              | 57,3 °C      | 40,2 °C |              |            |             |        |
| Ø VL-Druck             | 723 kPa      | 179 kPa |              |            |             |        |
| Ø RL-Druck             | 524 kPa      | 126 kPa |              |            |             |        |
| Ø Diff-Druck           | 203 kPa      | 50 kPa  |              |            |             |        |

Im Lastgang der Einspeiser (Abbildung 30) sind wieder die Spitzenleistungen Anfang Dezember bzw. Ende Jänner ersichtlich, im Sommer kann die Wärmelast wieder ausschließlich von der Wärmequelle „Böhler“ abgedeckt werden. In der Übergangszeit muss allerdings auch die Abwärme-Quelle „Norske“ einen Teil der Wärmelast übernehmen, die Gaskessel „Schnitz“ und „Walfersam“ kommen nur mehr zu Spitzenlastzeiten zum Einsatz. In diesen wird jedoch der Großteil der Leistung von diesen Einspeisern aufgebracht.

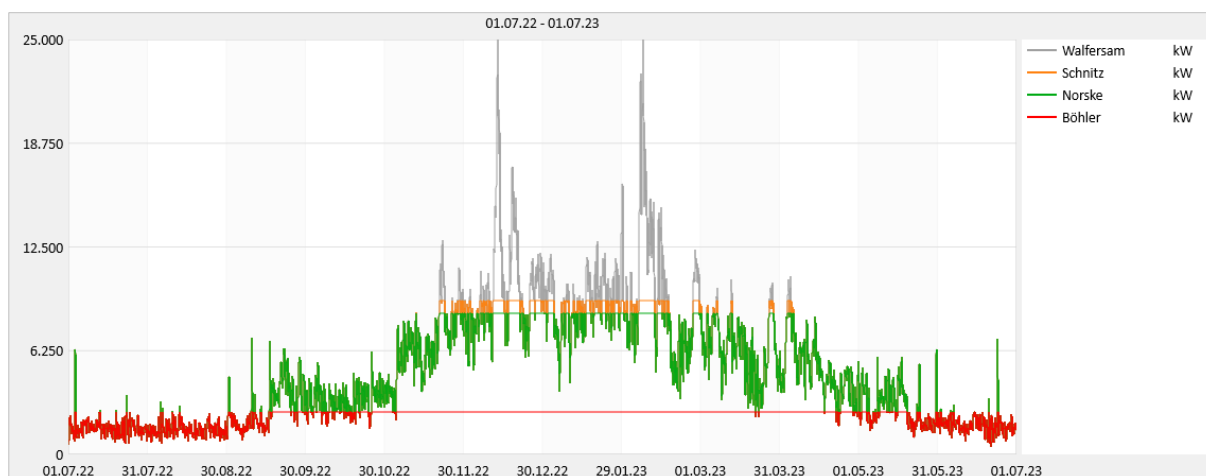


Abbildung 30: Verlauf der Einspeiseleistung – „Szenario II“ (Pink GmbH)

### Modell „Szenario II“:

Durch die Netzverdichtung bzw. die Erweiterung des Versorgungsgebiets, die ab dem Jahr 2028 geplant ist (Bauabschnitt 2), kommt es zu einer weiteren Steigerung der Wärmeabgabe bzw. der Einspeisemenge. Im Vergleich zum Istzustand werden sich diese Werte mehr als verdoppeln (vgl. Tabelle 16). Gegenüber Bauabschnitt 1 erhöht sich die Trassenbelegung, die Wärmeverteilverluste in der Transportleitung sinken etwas und die Netzeffizienz verbessert sich so auf rund 80 %. Durch die zusätzliche Installation des Biomasse-Heizwerks ist nach Abschluss von Bauabschnitt 2 eine weitestgehend defossilisierte Fernwärmeaufbringung via Abwärme (Stahlwerk der vaBEG, Papierfabrik Norske Skog) und Biomasse möglich.

Tabelle 16: Berechnungsergebnisse der Jahressimulation – „Szenario II“ (Pink GmbH)

| Wärmenetz              |              |         |
|------------------------|--------------|---------|
| Einspeisemenge         | 56.626,3 MWh |         |
| Abnahmemenge           | 45.199,6 MWh |         |
| Wärmeverlust           | 11.861,1 MWh |         |
| Effizienz              | 80 %         |         |
| Ø Aussen/Erdreich-Temp | 10,2 °C      | 10,1 °C |
|                        | Maximal      | Minimal |
| Ø VL-Temp              | 88,6 °C      | 66,4 °C |
| Ø RL-Temp              | 57,3 °C      | 44,5 °C |
| Ø VL-Druck             | 720 kPa      | 182 kPa |
| Ø RL-Druck             | 533 kPa      | 129 kPa |
| Ø Diff-Druck           | 191 kPa      | 50 kPa  |

| Wärmequellen |            |             |        |
|--------------|------------|-------------|--------|
| Einspeiser   | Q-Max [kW] | W-Ist [MWh] | Anteil |
| Böhler       | 2.500      | 20.543.734  | 36 %   |
| Norske       | 6.000      | 25.438.554  | 45 %   |
| Biomasse     | 10.000     | 9.895.622   | 17 %   |
| Schnitz      | 750        | 119.883     | 0 %    |
| Walfersam    | -          | 618.745     | 1 %    |

Der geringe Anteil der Wärmeaufbringung durch die Erdgas-Kessel („Schnitz“, „Walfersam“) ist auch im Lastgang der Einspeiser ersichtlich, denn diese werden nur vereinzelt zur Spitzenlastabdeckung eingesetzt (Abbildung 31). Gleichzeitig zeigt sich, dass für einen zuverlässigen Betrieb des Fernwärmenetzes aufgrund der zu geringen Wärmeleistungen der anderen Wärmequellen (~18 MW) bei hoher Spitzenlastanforderung (~26 MW) der Einsatz der Gaskessel nach wie vor erforderlich ist.

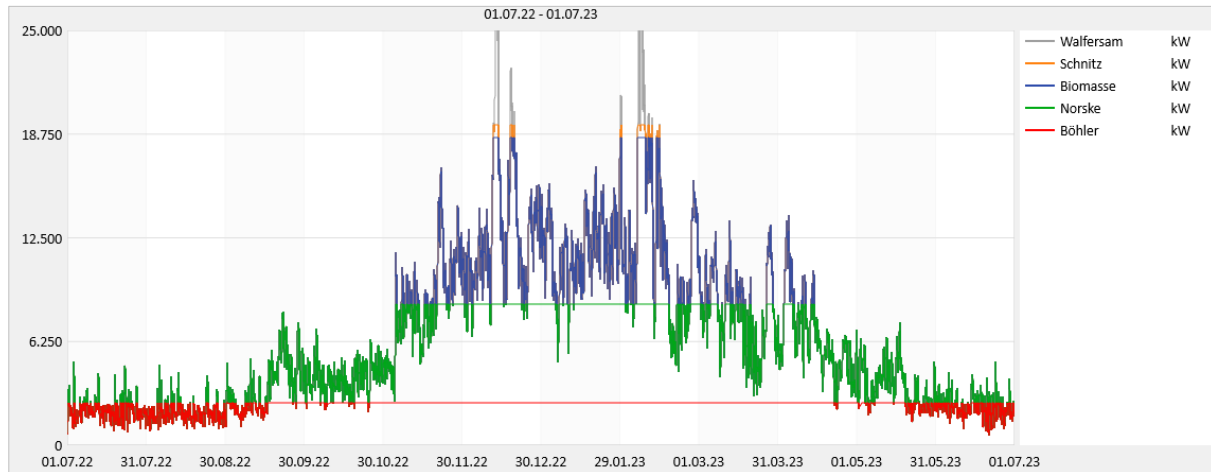


Abbildung 31: Verlauf der Einspeiseleistung – „Szenario II“ (Pink GmbH)

### 3.6.4 Detailbetrachtung „Ringleitung“

Im Rahmen der Netzsimulation wurden eine Vielzahl von detaillierten Betrachtungen hinsichtlich unterschiedlicher Netzparameter durchgeführt. Unter anderem wurde die Integration von zusätzlichen Ringleitungen untersucht, die aufgrund der begrenzten Übertragungskapazität im Zentrum des Bestandsnetzes notwendig werden. Dabei wurden zwei Varianten simuliert, eine mit einer einfachen Ringleitung sowie eine mit einer zusätzlichen Vermaschung im Fernwärmenetz (Abbildung 32), wobei die Optimierung bereits ab dem „Szenario I“ erforderlich wird.



Abbildung 32: Integration einer einfachen Ringleitung sowie eine Vermaschung – „Szenario I“ (Pink GmbH)

Die Gegenüberstellung der Druckverläufe (Abbildung 33), die für beide Varianten berechnet wurden, zeigen deutlich, dass die maximalen Drücke, die bei der einfachen Ringleitung während des Betriebs entstehen würden, 2000 kPa übersteigen. Selbst wenn also durch dementsprechend dimensionierte Netzpumpen die erforderlichen Differenzdrücke aufgebracht werden könnten, würde der zulässige Maximaldruck von 16 bar deutlich überschritten werden. Durch die Vermaschung wäre hingegen der zuverlässige Betrieb sowie die Einhaltung der zulässigen Drücke jederzeit gewährleistet.

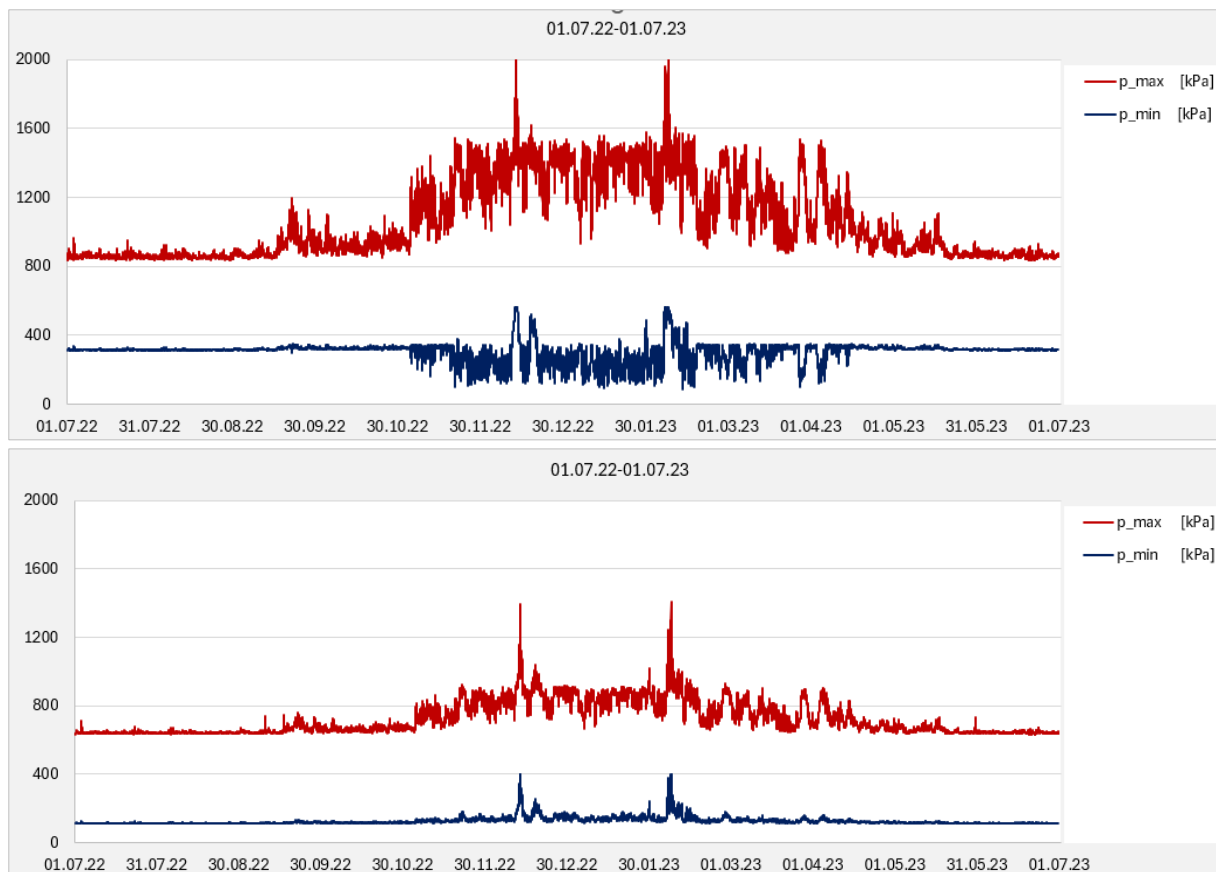


Abbildung 33: Druckverläufe für die einfache Ringleitung / Vermaschung (Pink GmbH)

Auch die Gegenüberstellung des spezifischen Druckverlusts für den Auslegungsfall verdeutlicht die Vorteile der Vermaschung gegenüber der einfachen Ringleitung, bei der es im Gegensatz zur Vermaschung in weiten Bereichen des Fernwärmenetzes zu großen Druckbelastungen kommen würde (Abbildung 34).

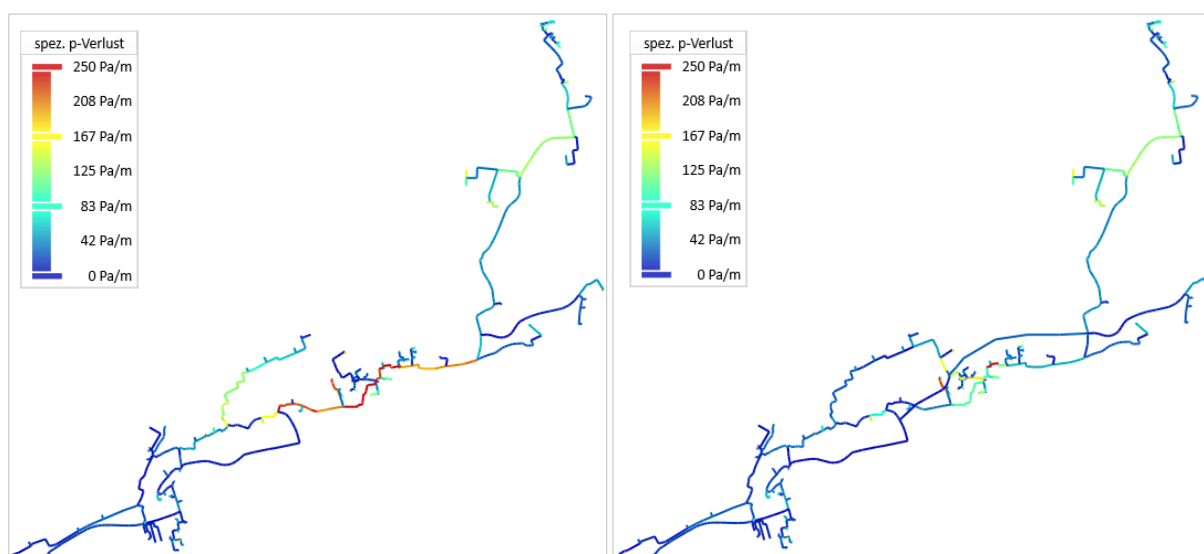


Abbildung 34: Spez. Druckverlust für die einfache Ringleitung / Vermaschung (Pink GmbH)

### 3.6.5 Detailbetrachtung „Abdeckungsanteile“

In einer weiterführenden Detailbetrachtung wurde der Einfluss untersucht, den unterschiedliche Einspeiseleistungen einzelner Wärmequellen auf die thermohydraulischen Verhältnisse sowie die Abdeckungsanteile des Fernwärmenetzes haben. Beispielhaft wurden für die Abwärme-Quelle „Norske“ unterschiedliche maximale thermische Leistungen festgelegt, wobei eine Steigerung vom Basiswert 6 MW auf 10 MW bzw. auf 15 MW angenommen wurde. Als zugrundeliegendes Szenario wurde diesmal die Ausbaustufe 2028 „Szenario II“ fixiert.

Die Abdeckungsanteile der Varianten in Tabelle 17 zeigen zwar eine Steigerung der Einspeisemenge von 45 % auf 58 % bzw. 62 %, im Vergleich zur Leistungssteigerung fällt diese jedoch sehr gering aus. Dies begründet sich auf der Festlegung der Einsatzreihenfolge, bei der zuerst „Böhler“ ins Netz einspeist, erst dann kann die Wärmeversorgung von „Norske“ übernommen werden.

Tabelle 17: Abdeckungsanteile bei unterschiedlicher Einspeiseleistung „Norkse“ (Pink GmbH)

| Wärmequellen „Norske“ = 6 MW |            |             |        | „Norske“ = 10 MW |             |        | „Norske“ = 15 MW |             |        |
|------------------------------|------------|-------------|--------|------------------|-------------|--------|------------------|-------------|--------|
| Einspeiser                   | Q-Max [kW] | W-Ist [MWh] | Anteil | Q-Max [kW]       | W-Ist [MWh] | Anteil | Q-Max [kW]       | W-Ist [MWh] | Anteil |
| Böhler                       | 2.500      | 20.574.750  | 36 %   | 2.500            | 20.567.842  | 36 %   | 2.500            | 20.566.740  | 36 %   |
| Norske                       | 6.000      | 25.687.848  | 45 %   | 10.000           | 32.869.444  | 58 %   | 15.000           | 35.315.132  | 62 %   |
| Biomasse                     | 10.000     | 9.957.115   | 17 %   | 10.000           | 3.145.976   | 6 %    | 10.000           | 879.506     | 2 %    |
| Schnitz                      | 750        | 120.567     | 0 %    | 750              | 47.415      | 0 %    | 750              | 19.731      | 0 %    |
| Walfersam                    | -          | 618.331     | 1 %    | -                | 257.643     | 0 %    | -                | 56.409      | 0 %    |

Weiters zeigt sich, dass die Steigerung des Wärmeanteils „Norske“ fast ausschließlich durch die Reduktion der Einspeisemenge vom neuen Heizwerk „Biomasse“ realisiert werden kann, denn dieses würde nur mehr zur Spitzenlastabdeckung eingesetzt, wodurch der Einspeiseanteil von 17 % auf 2 % sinkt (Abbildung 35).

Neben der geringen Steigerung der Abdeckungsanteile würde sich eine Erhöhung der maximalen Einspeiseleistung am Standort „Norske“ aber vor allem hinsichtlich der im Netz vorhandenen Druckverhältnisse negativ auswirken. So zeigt die Gegenüberstellung des maximalen Netzdrucks in Abbildung 36 über weite Bereiche des Simulationszeitraums eine deutliche Zunahme, wobei sich diese aufgrund der einseitigen Netzversorgung aus dem Einspeisepunkt im Südosten des Fernwärmenetzes ergibt.

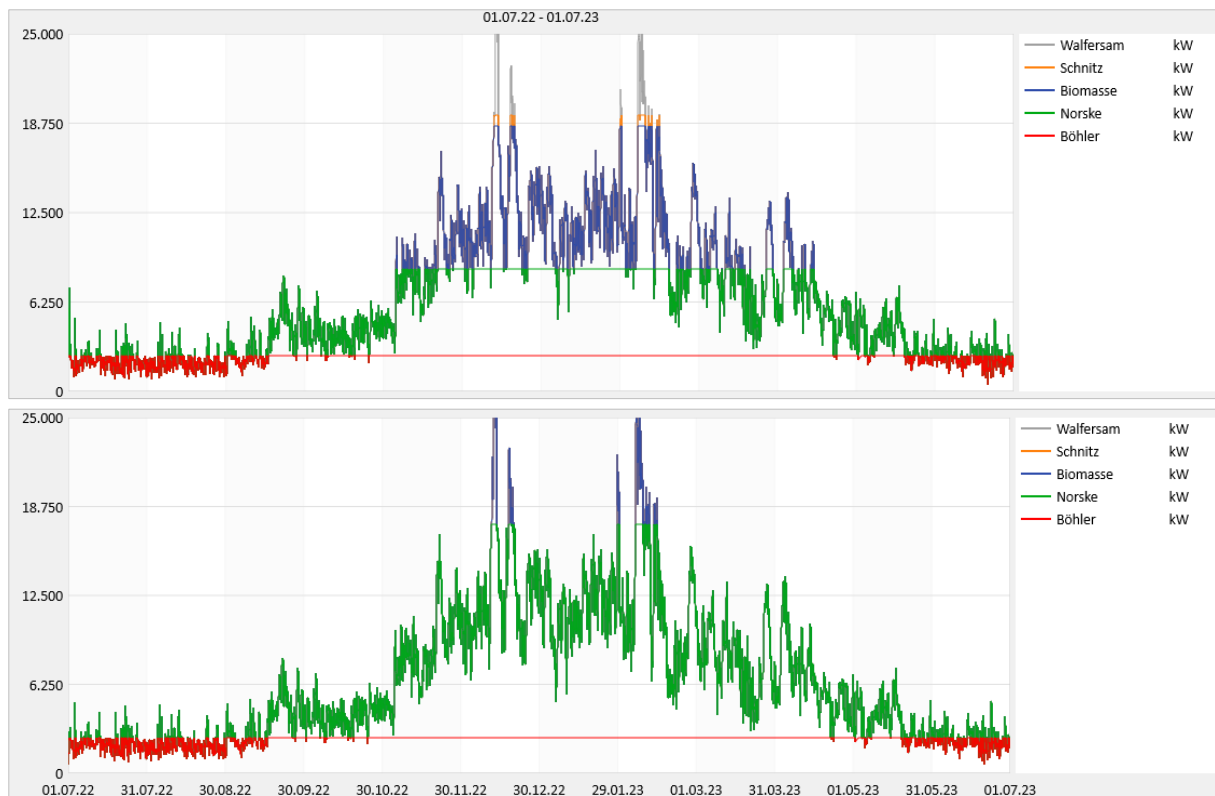


Abbildung 35: Lastgang der Einspeiser für „Norkse“ 6 MW (oben) und 15 MW (unten) (Pink GmbH)

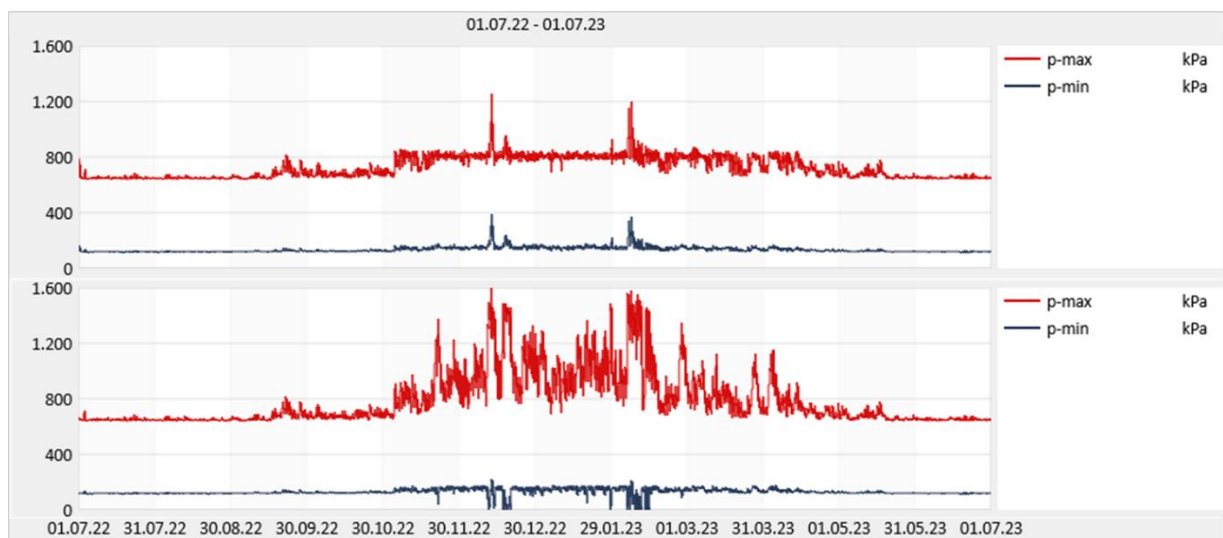


Abbildung 36: Verlauf des maximalen / minimalen Systemdrucks für „Norske“ 6 MW (oben) und 15 MW (unten) (Pink GmbH)

Hohe Einspeiseleistungen müssten also durch höherer Differenzdrücke realisiert werden, zeitweise würden die Netzdrücke sogar außerhalb des zulässigen Bereichs (1 bis 16 bar) liegen. Dies wird auch durch die Darstellung des Differenzdrucks im Auslegungsfall verdeutlicht, bei der ein Wert von 16 bar überschritten wird (Abbildung 37).

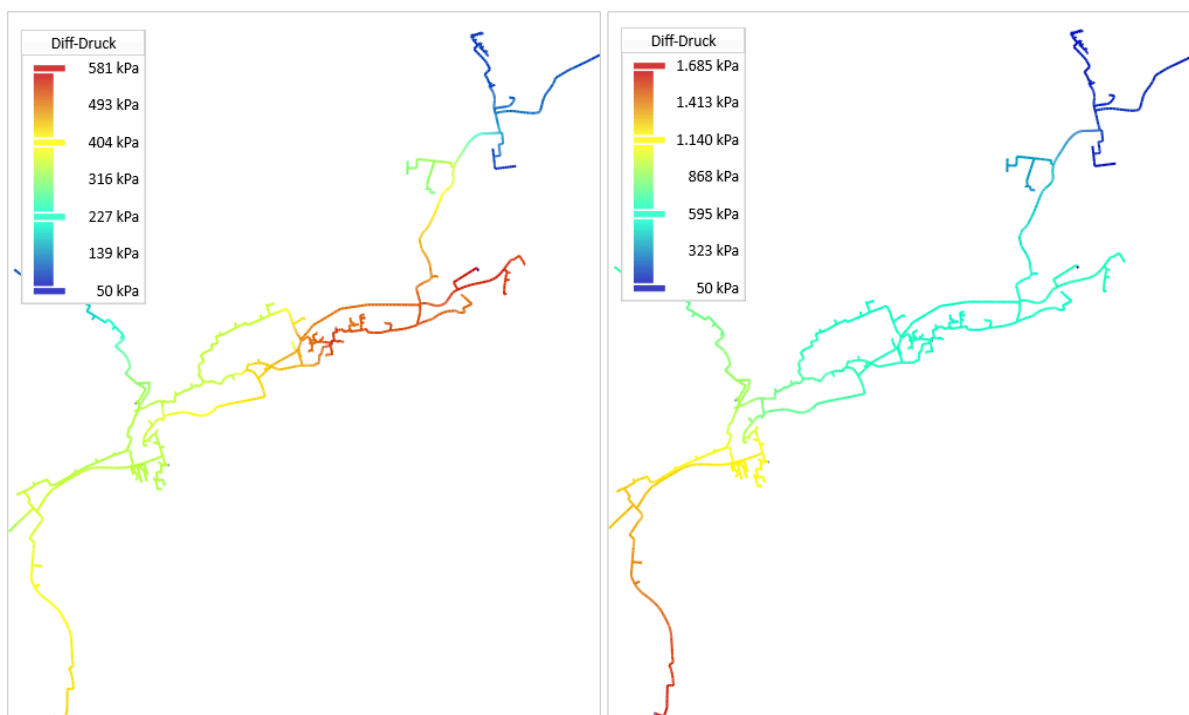


Abbildung 37: Differenzdruck im Auslegungsfall für „Norskse“ 6 MW (links) und 15 MW (rechts) (Pink GmbH)

Die Variation der Einspeiseleistung der Abwärme-Quelle „Norskse“ verdeutlicht, dass eine Steigerung auf den maximal verfügbaren Wert von 15 MW kaum Vorteile hinsichtlich der Abdeckungsanteile bringt, die Druckverhältnisse würden sich hingegen deutlich verschlechtern. Zudem ist bei hohen Abnahmeleistungen eine Aufteilung auf mehrere Einspeisepunkte unbedingt erforderlich, die neue Wärmequelle „Biomasse“ könnte demnach ohnehin nicht kompensiert bzw. eingespart werden.

### 3.6.6 Interpretation / Analyse / Fazit

Durch die Erstellung des Netzmodells konnte eine umfassende Analyse des Fernwärmenetzes Kapfenberg durchgeführt werden, wobei dies sowohl für das aktuelle Bestandsnetz als auch hinsichtlich der zukünftigen Entwicklungen im Rahmen des definierten Ausbauplans gilt. Aufgrund der sich daraus ergebenden Szenarien inklusive der Detailvarianten bezüglich Ringleitungen und Einspeiseleistungen wurden insgesamt 25 Varianten berechnet. Für diese konnten jeweils alle relevanten Netzparameter (Druck- und Temperaturverhältnisse, Wärmeverluste usw.) analysiert werden, wobei die Berechnungsergebnisse jeweils für die maximale Netzbelastung im Auslegungsfall, aber durch die Jahressimulation auch in Form von Verlaufsdaten bzw. Summenwerten verfügbar sind. Durch die Bereitstellung des „simplex-Viewers“ als selbstlaufendes exe-Programm wurde es zudem ermöglicht, diese Vielzahl an Berechnungsergebnissen allen Projektpartnern, im speziellen den „Stadtwerken Kapfenberg“, in einfacher und übersichtlicher Form zur Verfügung zu stellen.

Grundsätzlich zeigte die Analyse, dass die geplante Netzerweiterung trotz der angedachten Vervielfachung der entnommenen Wärmemenge bzw. die massive Steigerung der Entnahmeleistung möglich ist, jedoch sind dafür einige wesentliche Veränderungen im Bestandsnetz erforderlich. Dies gilt insbesondere für die Erweiterung der Verbindungsleitung im Zentrum des aktuellen Wärmenetzes, denn aufgrund der Dimensionierung der Hauptleitungen würde die derzeit verfügbare Transportkapazität nicht ausreichen, um einen zuverlässigen Betrieb des Fernwärmenetzes auch zukünftig ganzjährig zu gewährleisten. Die zusätzliche Installation von Ringleitungen würde eine deutliche Steigerung der

Übertragungsleistung ermöglichen und durch die Aufteilung auf mehrere Teilstränge wäre zudem die Wärmeversorgung, neben der verbesserten Druckverhältnisse, auch stabiler.

Als weiterer Aspekt beim Ausbau des Fernwärmenetzes muss die notwendige Abstimmung der maximalen Einspeiseleistung der Wärmequellen erwähnt werden, die an unterschiedlichen Standorten des Wärmenetzes einspeisen. Denn aufgrund der bereits zuvor beschriebenen begrenzten Transportkapazität ist eine Versorgung aus nur einem Einspeisepunkt nur bei geringeren Lasten möglich, im Auslegungspunkt wird die Wärmeeinspeisung in das Netz über mehrere, unterschiedliche Standorte erforderlich. Eine Kompensation der Einspeiseleistung, wie sie zum Beispiel bei Ausfall einer Wärmequelle notwendig wäre, ist also nur bedingt möglich, da hier die Übertragungskapazität im Zentrum des Netzes einen limitierenden Faktor darstellt. Die Übertragung der Wärmeleistung auf Einspeiser, die in dieselben Netzbereiche einspeisen (westlich = Böhler / Norske / Schinitz bzw. östlich = Walfersam / Biomasse) wäre sehr wohl möglich.

Aus diesem Grund ist eine überdimensionierte Festlegung der maximalen Einspeiseleistung einzelner Wärmequellen nicht empfehlenswert, die verhältnismäßige Aufteilung auf alle verfügbaren Einspeiser wäre sinnvoll. Dies gilt insbesondere für die Abwärme-Quelle aus der Papierfabrik „Norske“, denn hier wäre zwar die Leistung mit bis zu 15 MW vorhanden, die für die Übertragung notwendige Rohrdimension bzw. der sich daraus ergebende Wärmeverlust würden deutlich steigen. Zugleich könnte aber der Abdeckungsanteil am gesamten Wärmebedarf aufgrund der in der Einsatzreihenfolge festgelegten Grundlastabdeckung durch „Böhler“ nur geringfügig gesteigert werden. Auch für das neu geplante Biomasse-Heizwerk ergibt sich die Situation, dass zwar eine thermische Leistung von bis zu 10 MW erforderlich ist, sich aufgrund der verfügbaren Abwärme-Quellen aber nur geringe Abdeckungsanteile ergeben werden.

Weiters zeigt sich, dass sich die im Rahmen des Ausbauplans festgelegten Netzerweiterungen, die für die Steigerung der Übertragungskapazität erforderlichen Ringleitungen sowie die Verbindungsleitung „Norske“ nachteilig auf die Wärmeverluste des Fernwärmenetzes auswirken werden. Dem gegenüber steht jedoch die massive Steigerung des Anteils an erneuerbarer Energie und die signifikante Reduktion der Treibhausgasemissionen, wie in Kapitel 3.4 erläutert.

### 3.7 Umsetzung in der Örtlichen Planung

Die Ergebnisse aus der Masterplanung werden zur weiteren Verwendung in der örtlichen Planung in entsprechender textlicher und planlicher Ausgestaltung aufbereitet und für die Stadtgemeinde Kapfenberg verfügbar gemacht.

#### 3.7.1 Ergebnisdarstellung

Die nachfolgenden Kartendarstellungen als Ergebnis aus dem Projekt umfassen die Visualisierung von Wärmebedarfsdichten basierend auf gebäudegenauen Wärmebedarfsmodellierungen für den Raumwärmesektor (Abbildung 38), einen Wärmenetz-Zonierungsplan zur Ersichtlichmachung von Nachverdichtungs-, Erweiterungs- und Neuerrichtungsgebieten für Wärmenetze (Abbildung 39) sowie Drittens einen ABC-Zonierungsplan, der sowohl Vorranggebiete und Prüfgebiete für netzgebundene Wärmeversorgung als auch Gebiete für vorzugsweise dezentrale (erneuerbare) Wärmeversorgung umfasst (Abbildung 40).

Flächenfreihaltungen für solarthermische Großanlagen sind nicht Projektgegenstand, da aufgrund des hohen Abwärme Aufkommens (kein weiterer Sommer- und Bandlastbedarf) zusätzliche Solarthermie-Kapazitäten derzeit keine Priorität für die Stadtwerke Kapfenberg darstellen.

Die Ausweisung von zukünftigen Gas-Kerngebieten oder Gas-Ausschlussgebieten wird innerhalb der Stadtgemeinde Kapfenberg im Zuge einer avisierten Defossilisierung des (Raumwärme-)Sektors zu diskutieren sein, eine inhaltliche Befassung mit der Thematik ist außerhalb des Projektrahmens.

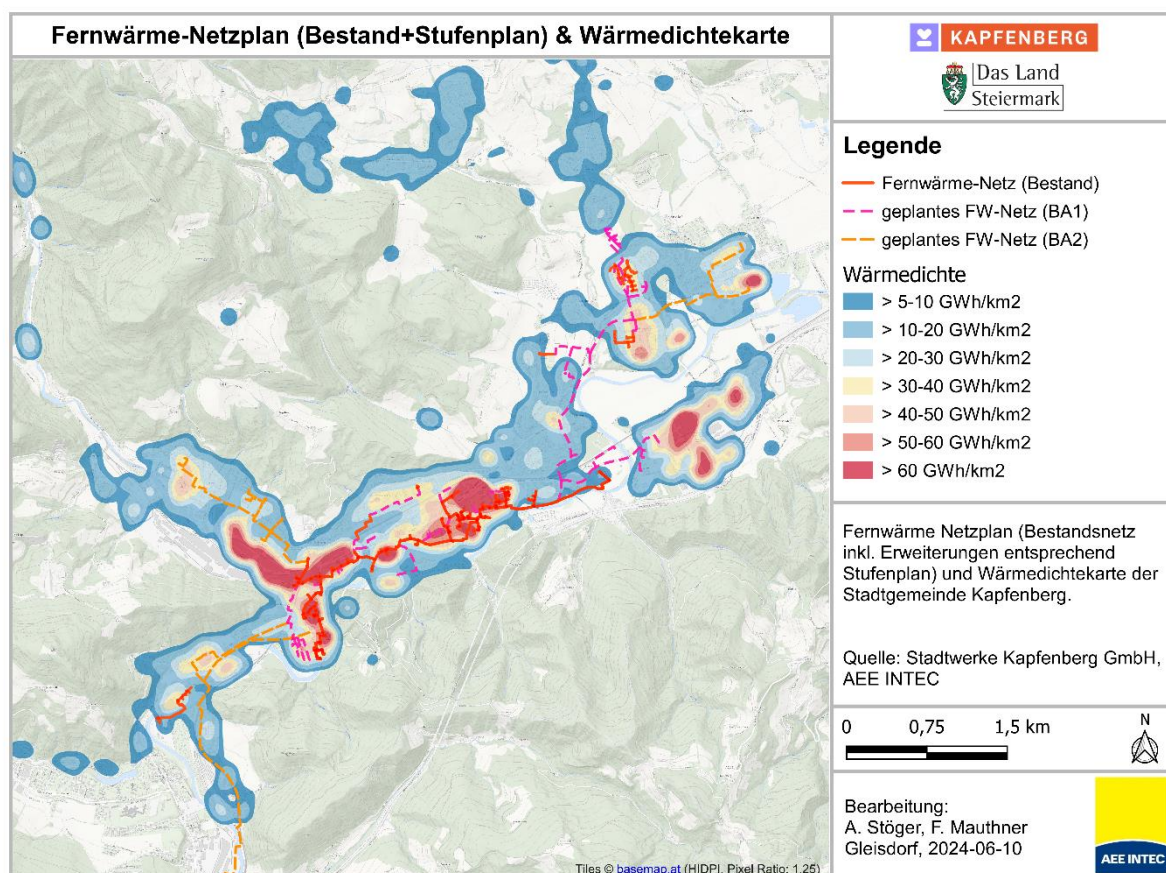


Abbildung 38:Wärmedichtekarte Stadtgemeinde Kapfenberg (Q: AEE INTEC)

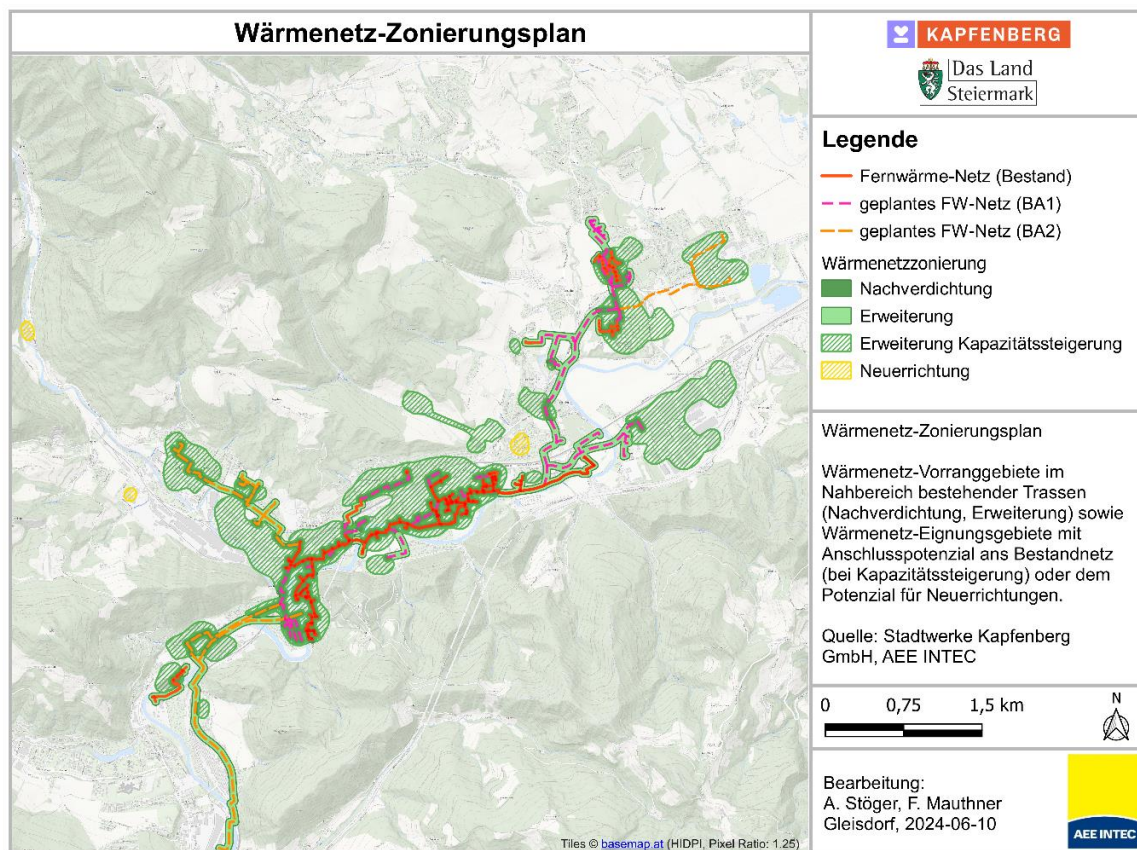


Abbildung 39: Wärmenetz Zonierungsplan inkl. Stufenplan zum Fernwärme Ausbau (Q: AEE INTEC)

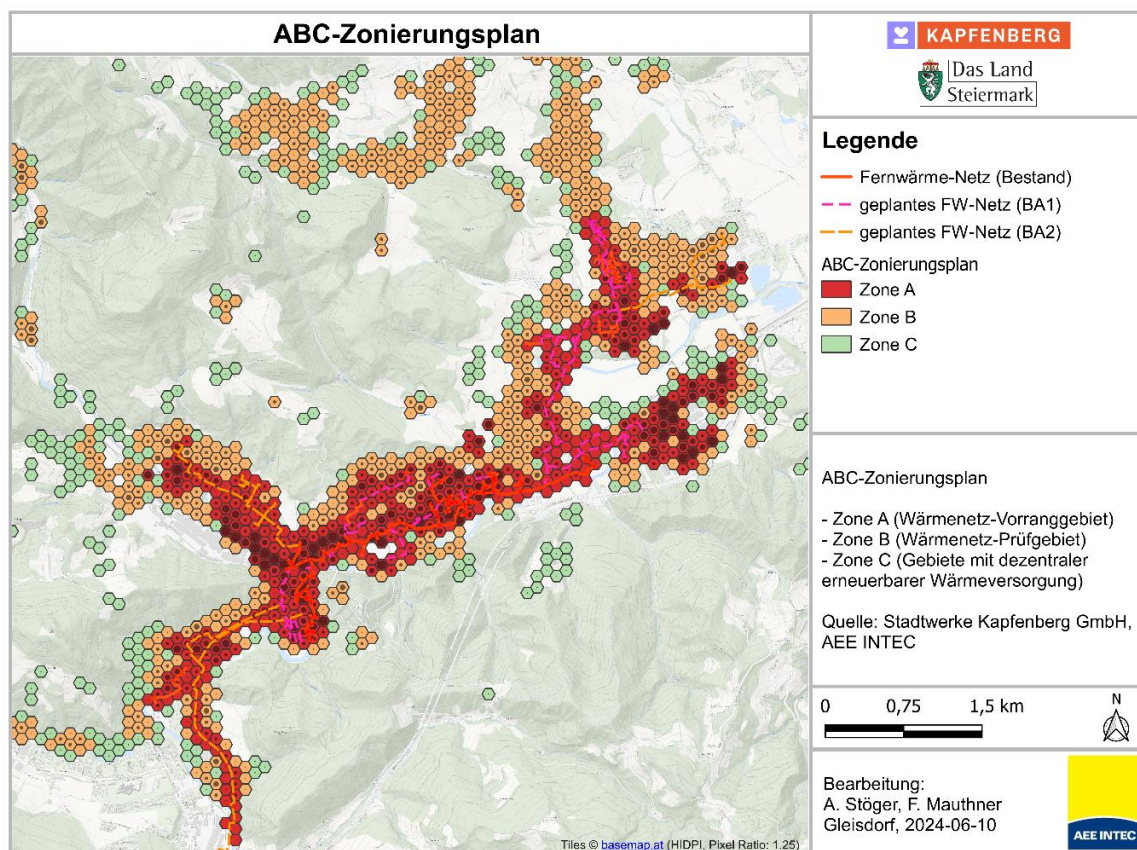


Abbildung 40: ABC-Zonierungsplan inkl. Stufenplan zum Fernwärme Ausbau (Q: AEE INTEC)

AEE INTEC - Pink GmbH – Stadtwerke Kapfenberg GmbH – Stadtgemeinde Kapfenberg

### **3.7.2 Änderungsvorschläge für das STEK (Wortlaut) und Input für die Evaluierung des SKE**

Die Projektergebnisse dienen der Stadtgemeinde Kapfenberg als Basis für eine Aktualisierung und Konkretisierung der Festlegungen im Stadtentwicklungskonzept (STEK) bzw. im Sachbereichskonzept Energie (SKE).

Im Wortlaut des STEK können auf Basis der obig angeführten Ergebnisse die sachbezogenen Zielsetzungen oder Beschreibungen folgendermaßen angepasst bzw. weiterführend diskutiert werden:

#### **§ 5 Abs. 1 Sachbezogene Ziele und Maßnahmen Z.1 Naturraum und Umwelt, Kapitel Klimaziele (Seite 15):**

*Das Kapfenberger Fernwärmeversorgungssystem soll zur Attraktivierung des Wohnsiedlungsbereichs auf Basis des "Masterplans zur Erweiterung und Defossilisierung der Fernwärmeversorgung in der Stadtgemeinde Kapfenberg" stufenweise ausgebaut und erweitert werden.*

#### **§ 5 Abs. 1 Z.2 Siedlungsraum, Kapitel Siedlungsentwicklung, Punkt Erhöhung der Wohnqualität (Seite 19):**

*Anschluss an das Fernwärmenetz*

#### **§ 5 Abs. 1 Z.4 Technische Infrastruktur, Kapitel Energie, Ergänzung letzter Punkt (Seite 30)**

Prüfung und Umsetzung der Empfehlungen des Sachbereichskonzeptes Energie (SKE), September 2017 *und des Masterplans zur Erweiterung und Defossilisierung der Fernwärmeversorgung in der Stadtgemeinde, Juni 2024 zur Nutzung vorhandener erneuerbarer Energiepotenziale sowie zur planvollen Verdichtung und Erweiterung der städtischen Fernwärmeversorgung.*

#### **§ 5 Abs. 2 Raumbezogene Ziele und Maßnahmen Z.2: Entwicklungspriorität, Punkt b), c) d) (Seite 33)**

*Anbindung an ein weitestgehend defossilisiertes Fernwärmenetz.*

## 4 Verwertung der Projektergebnisse und Ausblick

Die Projektergebnisse dienen der Stadtgemeinde Kapfenberg als Basis für eine Aktualisierung und Konkretisierung der Festlegungen im Stadtentwicklungskonzept (STEK) bzw. im Sachbereichskonzept Energie (SKE). Die vorliegenden Projektergebnisse zum Stufenplan der Fernwärmeversorgung in der Stadtgemeinde Kapfenberg sind weiters ein zentraler Baustein für eine gelingende Wärmewende in der Stadtgemeinde. Eine Weiterentwicklung des Sachbereichskonzeptes Energie sowie des Stufenplans zum kommunalen Wärmeplan wird empfohlen.

Für die Stadtwerke Kapfenberg GmbH dienen die vorliegenden Ergebnisse und Erkenntnisse als Basis für die nachgelagerte Umsetzungsplanung und bilden darüber hinaus eine fundierte fachliche Grundlage zur Erstellung eines Transformationsplans, wie er gemäß Artikel 26 (5) der [EU-Richtlinie 2023/1791 zur Energieeffizienz](#) mit Beginn 1. Januar 2025 für Betreiber verpflichtend zu erstellen ist [3].

## 5 Verzeichnisse

### 5.1 Literatur

#### [1] Stmk. BauG, 2024

Steiermärkisches Baugesetz § 4, Fassung vom 12.02.2024, [URL](#) abgerufen am 23.05.2024

#### [2] Amt der Steiermärkischen Landesregierung ABT15EW, 2023

Richtlinien für die Ökologische Wohnbauförderung, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 15 – Energie, Wohnbau, Technik, Graz Stand 1. September 2022 (Mit Änderungen vom 1.4.2023), [URL](#) abgerufen am 23.05.2024

#### [3] RICHTLINIE (EU) 2023/1791, 2023

RICHTLINIE (EU) 2023/1791 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 13. September 2023 zur Energieeffizienz und zur Änderung der Verordnung (EU) 2023/955 (Neufassung), [URL](#) abgerufen am 23.05.2024

#### [4] J. Geyer, A. Feigele, M. Ebner, 2020

Fernwärme-Auskopplung Technische Anschlussbedingungen voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co KG, Kapfenberg 23.03.2020

#### [5] OIB-330.6-038/23, 2023

Erläuternde Bemerkungen zu OIB-Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz und zum OIB-Leitfaden Energietechnisches Verhalten von Gebäuden (OIB-330.6-038/23), Österreichisches Institut für Bautechnik Ausgabe Mai 2023, [URL](#) abgerufen am 18.06.2024

#### [6] W. Gruber-Glatzl et al, 2021

Energieraumplanung in Kapfenberg – Die Kläranlage als lokaler Wärmelieferant, Int 03|2021 Energiequelle Abwasser, Gleisdorf, März 2021, [URL](#) abgerufen am 18.06.2024

#### [7] simplex, 2003 -2024

simplex – Software zur Berechnung und Optimierung von Wärmenetzen, Produktfolder der Pink GmbH; 2008, Langenwang, Österreich

### 5.2 Abbildungen

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Netzplan (Status quo und Bauabschnitte) zum Fernwärmeausbau Kapfenberg 2024-2030 .....                                    | 4  |
| Abbildung 2: Energietechnische und ökologische Bewertung (Status quo und Bauabschnitte) zum Fernwärmeausbau Kapfenberg 2024-2030 ..... | 5  |
| Abbildung 3: Wärmeversorgungsgebiete der Stadtwerke Kapfenberg GmbH (Q: Stadtwerke Kapfenberg GmbH) .....                              | 10 |
| Abbildung 4: Untersuchungsgebiet „Fernwärmenetz Stadt“ inkl. Einspeiser (Q: Stadtwerke Kapfenberg GmbH, Pink GmbH, AEE INTEC) .....    | 12 |
| Abbildung 5: Dauerkurve der Fernwärmeaufbringung im Referenzjahr 2023 (basierend auf Realdaten der Stadtwerke Kapfenberg GmbH) .....   | 14 |

|                                                                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 6: Dauerkurve der Fernwärmeaufbringung im Referenzjahr 2023 (basierend auf gemessenen Verbrauchsdaten der Stadtwerke Kapfenberg GmbH und idealisierter Wärmeauskoppelung aus dem Stahlwerk der vaBEG) ..... | 15 |
| Abbildung 7: Bestandsnetz und geplante Erweiterungen im BA 1 inkl. Transportleitung Norske Skog (Q: Stadtwerke Kapfenberg GmbH, Pink GmbH, AEE INTEC) .....                                                           | 16 |
| Abbildung 8: Bestandsnetz und geplante Erweiterungen in BA 1 inkl. Transportleitung Norske Skog und BA 2 (Q: Stadtwerke Kapfenberg GmbH, Pink GmbH, AEE INTEC) .....                                                  | 18 |
| Abbildung 9: Energietechnische Kennzahlen zum Status quo sowie zum Stufenplan (BA1 + BA2) .....                                                                                                                       | 20 |
| Abbildung 10: Dauerkurve der Fernwärmeaufbringung gemäß Szenario BA1 (basierend auf energyPRO Energiesystemmodellierung, AEE INTEC) .....                                                                             | 21 |
| Abbildung 11: Dauerkurve der Fernwärmeaufbringung gemäß Szenario BA2 (basierend auf energyPRO Energiesystemmodellierung, AEE INTEC) .....                                                                             | 22 |
| Abbildung 12: Energietechnische und ökologische Bewertung (Status quo und Bauabschnitte) zum Fernwärmeausbau Kapfenberg 2024-2030 .....                                                                               | 23 |
| Abbildung 13: Energietechnische und ökologische Bewertung (Status quo und Bauabschnitte) zum Fernwärmeausbau Kapfenberg 2024-2030 .....                                                                               | 24 |
| Abbildung 14: Übersicht der Pankl Standorte in Kapfenberg mit Pankl-interner Bezeichnung .....                                                                                                                        | 26 |
| Abbildung 15: Interne Abwärmenutzung der Druckluftkompressoren bei Pankl Standort Ost 4 (Q: Pankl Racing Systems) .....                                                                                               | 26 |
| Abbildung 16: Temperaturkurve des Wärmerückgewinnung-Pufferspeichers (5000 Liter) bei Pankl Standort Ost 4 (Q: Pankl Racing) .....                                                                                    | 27 |
| Abbildung 17: Bestehender Ölkühler-WT mit 300 kW am Pankl Standort West2 (Pankl Schmiedetechnik GmbH) .....                                                                                                           | 27 |
| Abbildung 18: Volumenstrom und Temperatur im Ablauf der ARA Kapfenberg .....                                                                                                                                          | 28 |
| Abbildung 19: ARA Kapfenberg in der Austrian Heat Map <a href="https://austrian-heatmap.gv.at/karte/">https://austrian-heatmap.gv.at/karte/</a> .....                                                                 | 28 |
| Abbildung 20: Schnittstellen Wärmeauskopplung voestalpine BÖHLER Edelstahl GmbH & Co (BEG) / Stadtwerke Kapfenberg GmbH (SWK) (Quelle: [4]) .....                                                                     | 29 |
| Abbildung 21: Heizkurven Abwärmeauskopplung (Quelle: [4]) .....                                                                                                                                                       | 29 |
| Abbildung 22: Grafische Benutzeroberfläche der Software „simplex“ bzw. des „simplex-viewers“ der Pink GmbH .....                                                                                                      | 32 |
| Abbildung 23: Rohrdurchmesser (links) sowie statischer Druck (rechts) des Rohrnetzmodells (Pink GmbH) .....                                                                                                           | 33 |
| Abbildung 24: Verlauf der Außen- und Erdreichtemperatur sowie der Abnehmer-Rückklufttemperatur über den Simulationszeitraum (Pink GmbH) .....                                                                         | 34 |
| Abbildung 25: Darstellung der Temperatur- und Druckverhältnisse – „Status quo“ (Pink GmbH) .....                                                                                                                      | 36 |
| Abbildung 26: Längsschnitt (Abstand vom Fernheizwerk „Walfersam“) für die Vor- und Rückklufttemperatur sowie den Vor- und Rücklaufdruck – „Status quo“ (Pink GmbH) .....                                              | 36 |
| Abbildung 27: Darstellung der Druckverhältnisse – „Szenario I“ (Pink GmbH) .....                                                                                                                                      | 37 |
| Abbildung 28: Darstellung der Druckverhältnisse – „Szenario II“ (Pink GmbH) .....                                                                                                                                     | 38 |
| Abbildung 29: Verlaufsdaten relevanter Netzdaten sowie der Einspeiseleistung – „Status quo“ (Pink GmbH) .....                                                                                                         | 40 |
| Abbildung 30: Verlauf der Einspeiseleistung – „Szenario II“ (Pink GmbH) .....                                                                                                                                         | 41 |
| Abbildung 31: Verlauf der Einspeiseleistung – „Szenario II“ (Pink GmbH) .....                                                                                                                                         | 42 |
| Abbildung 32: Integration einer einfachen Ringleitung sowie eine Vermaschung – „Szenario I“ (Pink GmbH) .....                                                                                                         | 43 |
| Abbildung 33: Druckverläufe für die einfache Ringleitung / Vermaschung (Pink GmbH) .....                                                                                                                              | 44 |
| Abbildung 34: Spez. Druckverlust für die einfache Ringleitung / Vermaschung (Pink GmbH) .....                                                                                                                         | 44 |

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 35: Lastgang der Einspeiser für „Norkse“ 6 MW (oben) und 15 MW (unten) (Pink GmbH)                        | 46 |
| Abbildung 36: Verlauf des maximalen / minimalen Systemdrucks für „Norske“ 6 MW (oben) und 15 MW (unten) (Pink GmbH) | 46 |
| Abbildung 37: Differenzdruck im Auslegungsfall für „Norkse“ 6 MW (links) und 15 MW (rechts) (Pink GmbH)             | 47 |
| Abbildung 38: Wärmedichtekarte Stadtgemeinde Kapfenberg (Q: AEE INTEC)                                              | 49 |
| Abbildung 39: Wärmenetz Zonierungsplan inkl. Stufenplan zum Fernwärme Ausbau (Q: AEE INTEC)                         | 50 |
| Abbildung 40: ABC-Zonierungsplan inkl. Stufenplan zum Fernwärme Ausbau (Q: AEE INTEC)                               | 50 |

### 5.3 Tabellen

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: Technische Kennzahlen (Status quo und Bauabschnitte) zum Fernwärmeausbau Kapfenberg 2024-2030 | 4  |
| Tabelle 2: Arbeitspakete gemäß Projektbeschreibung GZ: ABT15-56821/2021-2                                | 8  |
| Tabelle 3: Energietechnische Kennzahlen zum Status quo (Fernwärmenetz „Stadt“ Ende 2023)                 | 13 |
| Tabelle 4: Technische Kennzahlen zum Status quo sowie zum Bauabschnitt 1                                 | 17 |
| Tabelle 5: Technische Kennzahlen zum Status quo sowie zum Bauabschnitt 2                                 | 18 |
| Tabelle 6: Energietechnische Kennzahlen zum Status quo sowie zum Stufenplan (BA1 + BA2)                  | 19 |
| Tabelle 7: Status quo und Szenario-Annahmen zur Fernwärme-Aufbringung je Bauabschnitt                    | 20 |
| Tabelle 8: Auszug aus dem Abwärmekataster Steiermark. Abwärme in MWh/a                                   | 25 |
| Tabelle 9: Zusammenfassung der Abwärmepotenziale in Kapfenberg                                           | 31 |
| Tabelle 10: Rohrdaten der im Netzmodell verwendeten Rohre                                                | 33 |
| Tabelle 11: Berechnungsergebnisse im Auslegungsfall – „Status quo“ (Pink GmbH)                           | 35 |
| Tabelle 12: Berechnungsergebnisse im Auslegungsfall – „Szenario I“ (Pink GmbH)                           | 37 |
| Tabelle 13: Berechnungsergebnisse im Auslegungsfall – „Szenario II“ (Pink GmbH)                          | 38 |
| Tabelle 14: Berechnungsergebnisse der Jahressimulation – „Status quo“ (Pink GmbH)                        | 39 |
| Tabelle 15: Berechnungsergebnisse der Jahressimulation – „Szenario I“ (Pink GmbH)                        | 41 |
| Tabelle 16: Berechnungsergebnisse der Jahressimulation – „Szenario II“ (Pink GmbH)                       | 42 |
| Tabelle 17: Abdeckungsanteile bei unterschiedlicher Einspeiseleistung „Norkse“ (Pink GmbH)               | 45 |

## **6 Anhang**

Ein Analysetools mit grafischer Benutzeroberfläche (simplex-viewer) wurde dem Projekt-konsortium seitens Pink GmbH zur weiteren Verwendung und für eigene nachgelagerte Parameterstudien und Detailbetrachtungen als ausführbare Datei (\*.exe) zur Verfügung gestellt.