

Abwärme_4_Kapfenberg

100 % industrielle Abwärmeauskopplung Kapfenberg

Programm / Ausschreibung	Smart Cities, TLKNS, Technologien und Innovationen f.d.klimaneutrale Stadt 2024 (KLI.EN)	Status	laufend
Projektstart	01.01.2025	Projektende	30.06.2026
Zeitraum	2025 - 2026	Projektlaufzeit	18 Monate
Keywords	Stadtentwicklung; Industrielle Abwärmenutzung; Saisonale Wärmespeicherung; P2H; Dekarbonisierung der Wärmebereitstellung;		

Projektbeschreibung

Entsprechend den Ergebnissen des in der Endphase befindlichen Projektes „Kapfenberg_2_zeroCO2“ hinsichtlich Klimaneutralitätsfahrplan-Erstellung der Industriestadt Kapfenberg wurde festgestellt, dass aktuell die lokale Fernwärmeversorgung zu zirka 84 % auf Erdgas und nur der restliche Wärmebedarf auf industrielle Abwärme basiert. Es hat sich auch gezeigt, dass die Verfügbarkeit von Abwärme in der Industriestadt so hoch ist, dass selbst bei der geplanten Verdreifachung der Fernwärmeabnahme bilanziell ausreichend industrielle Abwärme vorhanden wäre. Aktuell gibt es in Kapfenberg zwar Bestrebungen den Anteil an industrielle Abwärme zu steigern, und Gas durch Biomasse zu ersetzen, aber eine Abwärmenutzung von 100 % wird noch nicht verfolgt. Für eine 100 % Einbindung industrielle Abwärme braucht es einen saisonalen Wärmespeicher, da Abwärmeverfügbarkeit und Wärmeverbrauch zeitlich verschoben sind. Insbesondere im Winter ist der Wärmebedarf deutlich höher als im Sommer und industrielle Abwärme ist auf Grund von sogenannten Batch-Prozessen diskontinuierlich.

Auf Basis von „Kapfenberg_2_zeroCO2“ konnte festgestellt werden, dass die lokalen Voraussetzungen durch die zahlreichen aufgelassenen Bergstollen zur Schaffung eines großen Wärmespeichers gegeben sind. Laut einer soeben fertiggestellten Studie im Auftrag der Europäischen Investitionsbank ist der wirtschaftlichste Technologiemit in städtischen Wärmenetzen 4.0 die Kombination aus einer günstigen Wärmequelle (z. B. Abwärme) mit 85 % Jahresdeckungsgrad und einer Wärmepumpe. Umgelegt auf Kapfenberg würde das bedeuten, dass industrielle Abwärme einen Saisonalspeicher speisen könnte und zu Zeiten von überschüssigem erneuerbarem Strom die Wärmepumpe aktiviert wird.

Durch diese Kombination wird die Abwärmeauskopplung maximiert und Biomasse für andere Anwendungen „freigemacht“. Durch die P2H-Anwendung (Wärmepumpe) wird einerseits das Stromnetz entlastet, indem der Überschussstrom durch eine Wärmepumpe „veredelt“ wird und andererseits stellt sie sicher, dass bei Abschaltungen der Industrie etc. der Wärmebedarf gedeckt werden kann (Back-up System).

Der oben dargestellte Ansatz der Abwärmeauskopplung Maximierung unterscheidet sich gänzlich von einer „Beimischung“, wobei zahlreiche Problemstellungen für die Industriestadt Kapfenberg gelöst werden müssen.

- Wo und wie könnte ein saisonaler Wärmespeicher errichtet werden?
- Welcher technologische Mix eignet sich für das Konzept?

- Welche Investitions- und Betriebskosten sind bei dem Ansatz zu erwarten?
- Was sind notwendige Umrüstungsschritte des bestehenden Fernwärmesystems?
- Welche Auswirkungen hat das Konzept auf die Stadtentwicklung und Raumplanung?

Projektziele:

- Sondierung der Machbarkeit einer Maximierung der industriellen Abwärmeauskopplung
- Sondierung eines Technologiemies der Auskopplung, einer Back-up-Lösung und saisonale Speicherung
- Technoökonomische Analyse des Konzeptes
- Handlungsempfehlungen für die schrittweise Integration

Angestrebte Ergebnisse bzw. Erkenntnisse

- Machbarkeit einer Maximierung der industr. Abwärmeauskopplung in der Stadtgemeinde Kapfenberg auf bis zu 100 % festgestellt
- Technologiemies der Auskopplung, Back-up-Lösung und saisonaler Speicherung bekannt
- Technoökonomische Bewertung des Konzeptes
- Empfehlungen samt Aktionsplan für die schrittweise Umsetzung
- Nachhaltiger Beitrag zur Dekarbonisierung des Wärmesektors bei gleichzeitiger Minimierung / Reduktion des Biomasseeinsatzes und Entlastung des Stromnetzes

Abstract

According to the results of the project concerning Klimaneutralitätsfahrplan „Kapfenberg_2_zeroCO2“, which is currently in its final phase, it was determined that currently around 84% of the local district heating supply is based on natural gas and only the remaining heat requirement is based on industrial waste heat. However, it has also been shown that even with the planned tripling of district heating supply, industrial waste heat could completely cover the heat energy consumed. Despite efforts to increase the proportion of industrial waste heat in the future and to contribute the rest via biomass, 100 % industrial waste heat utilisation is not foreseen yet. A seasonal heat storage system (STES) is required for 100% integration of industrial waste heat, as waste heat availability and heat consumption are shifted in time. In winter in particular, the demand for heat is significantly higher than in summer and industrial waste heat is discontinuous due to so-called batch processes.

Based on „Kapfenberg_2_zeroCO2“, it was determined that the conditions for Kapfenberg to create such a large STES is basically given by the abandoned mining tunnels. According to a recently completed study commissioned by the European Investment Bank, the most economical technology mix in urban heating networks 4.0 is the combination of a favorable heat source (e.g. industrial waste heat) with 85% annual coverage and an electrically operated heat pump. Applied to Kapfenberg, this would mean that industrial waste heat could supply the STES and the heat pump would be activated at times of surplus renewable electricity.

This combination maximises the consumption of industrial waste heat and biomass stays available for other applications. The P2H application (heat pump) can be operated grid-friendly by using surplus electricity, and also represents a back-up system when the availability of industrial waste heat is not given, for example due to industrial shutdown.

The approach described above of maximising industrial waste heat extraction is completely different from "mixing in", whereby numerous problems have to be solved for the industrial city of Kapfenberg.

- Where and how could an STES be built?

- What technological mix is suitable for the concept?
- What investment and operating costs can be expected with this approach?
- How could the concept be integrated in the existing district heating system?
- What impact would a STES have on urban development and spatial planning?

Project objectives:

- Exploring the feasibility of maximising industrial waste heat extraction in the municipality of Kapfenberg up to 100%
- Exploration of a technology mix for decoupling, a back-up solution and STES
- Techno-economic analysis of the concept
- Recommendations for step-by-step integration

Intended results and findings:

- Feasibility of maximising industrial waste heat extraction in the municipality of Kapfenberg up to 100% established
- Technology mix for decoupling including back-up solution and seasonal storage known
- Techno-economic evaluation of the concept
- Recommendations including an action plan for gradual implementation
- Sustainable contribution to the decarbonisation of the heating sector while minimising / reducing the use of biomass and relieving the electricity grid

Endberichtkurzfassung

Ziel des Sondierungsprojekts war die Bewertung der technischen, energetischen und ökonomischen Machbarkeit einer dekarbonisierten Fernwärmeversorgung in Kapfenberg auf Basis industrieller Abwärme, erneuerbarer Energien und saisonaler Wärmespeicherung.

Im Projekt wurden mehrere alternative Versorgungskonzepte mit unterschiedlichen Technologiemenen sondiert und umfassend analysiert. Diese umfassten Kombinationen aus industrieller Abwärme, Biomasse, Solarthermie, Wärmepumpen, Power-to-Heat-Technologien sowie großvolumigen Wärmespeichern welche saisonal hauptsächlich einmal jährlich vollständig beladen sowie entladen werden. Die Bewertung erfolgte auf Basis eines im Projekt entwickelten, stundenaufgelösten energetisch-ökonomischen Optimierungsmodells unter Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher und systemischer Randbedingungen. Die Konzepte wurden zusätzlich technisch hinsichtlich Machbarkeit bewertet.

Die Ergebnisse zeigen, dass ausreichend industrielle Abwärmepotenziale vorhanden sind, um 100 % des zukünftigen Wärmebedarfs zu decken. Mehrere der entwickelten Konzepte erwiesen sich als technisch und energetisch umsetzbar, wobei zumindest ein Konzept auch wirtschaftlich konkurrenzfähig ist. Gleichzeitig zeigte sich, dass eine vollständige Maximierung der Abwärmenutzung sowie die Auslegung eines saisonalen Speichers zur alleinigen Deckung des Winterbedarfs weder technisch erforderlich noch ökonomisch sinnvoll sind.

Für die Integration eines Großwärmespeichers konnten geeignete Standorte identifiziert und technisch bewertet werden. Großwärmespeicher stellen eine zentrale Option zur Erhöhung der Systemflexibilität dar, insbesondere zur saisonalen Verschiebung von erneuerbarer Wärme, ermöglichen jedoch nicht die alleinige Versorgung im Winter.

Das im Projekt identifizierte optimierte Versorgungskonzept kombiniert industrielle Abwärme, Solarthermie und eine reduzierte Biomassenutzung. Dadurch wird eine hohe Versorgungssicherheit bei gleichzeitig deutlich verbessertem Nachhaltigkeitsprofil erreicht.

Die im Projekt definierten Ziele wurden insgesamt erreicht und teilweise übertroffen. Es konnte eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Weiterentwicklung des Energiesystems geschaffen werden.

Eine unmittelbare Umsetzung des erarbeiteten Konzepts wird dennoch nicht empfohlen. Grund dafür sind wesentliche Änderungen der Rahmenbedingungen gegen Ende der Projektlaufzeit, insbesondere neue regulatorische Entwicklungen, infrastrukturelle Veränderungen im Projektumfeld sowie angepasste Wärmebedarfsprognosen, die in den vorliegenden Analysen nicht mehr berücksichtigt werden konnten. Stattdessen wird die Durchführung eines weiterführenden Forschungsprojekts empfohlen, um die sich daraus ergebenden neuen technologischen und wirtschaftlichen Potenziale vertieft zu analysieren.

Die Projektergebnisse leisten insgesamt einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung klimaneutraler Fernwärmesysteme und sind grundsätzlich auf andere Standorte auch ohne Abwärmepotenzial übertragbar.

Projektkoordinator

- 4ward Energy Research GmbH

Projektpartner

- Ringhofer & Partner GmbH
- Stadtwerke Kapfenberg GmbH