

# Anwendungsbeispiele für dampferzeugende Wärmepumpen

S. Dusek<sup>1</sup>, J. Riedl<sup>1</sup>, J. Widhalm<sup>2</sup>, A. Gruber<sup>3</sup>, J. Krausler<sup>3</sup>

<sup>1</sup>AIT Austrian Institute of Technology

<sup>2</sup>Lenzing AG

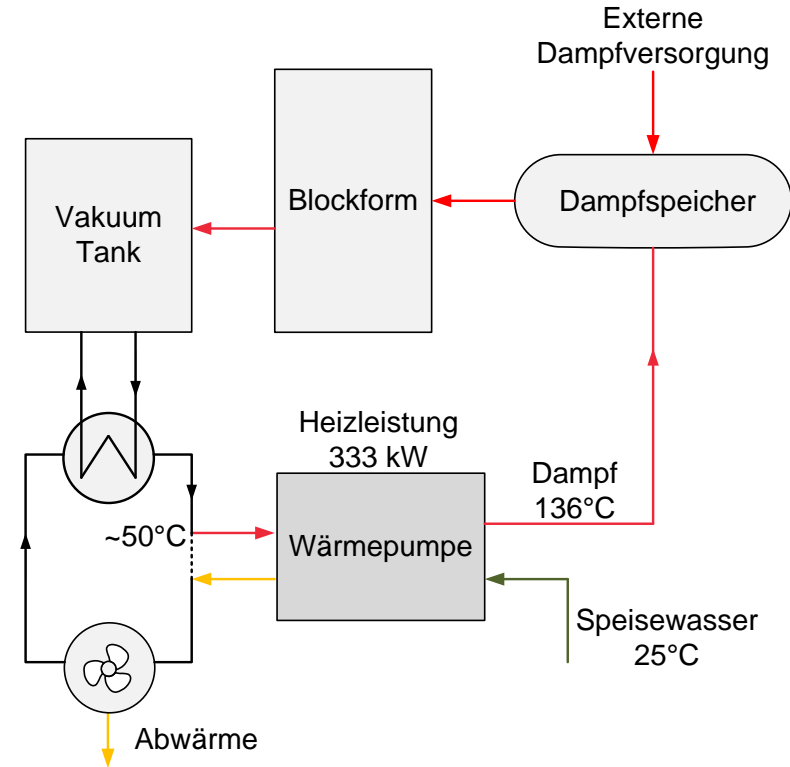
<sup>3</sup>Austrotherm GmbH

NEFI Technology Talk: Industrielle Abwärmenutzung mit Hochtemperaturwärmepumpen

03.04.2024

# ANWENDUNGSBEISPIEL I

- **Abwärmequellen:** Vakuum Tank muss gekühlt werden
- **Abwärmepotential:** ca. 233 kW → rd. 90% mit WP nutzen
- **Wärmesenken:** Dampf bei 3,2 bar<sub>a</sub>
- **COP:** 2,6
- **Heizleistung WP:** 333 kW → 70% Dampfbedarf
- **elektrische Leistung:** 129 kW



# BEWERTUNG UND ANNAHMEN

Bewertung gegenüber externe Dampferzeugung mittels  
Erdgasverbrennung (90% Effizienz):

- 70% geringere CO<sub>2</sub> Emissionen
- 45% geringerer Endenergiebedarf
- 41% geringere Betriebskosten\*

CO <sub>2</sub> –Emissionsfaktor Erdgas g <sub>CO2-equiv</sub> /kWh	201 <sup>1</sup>
Dampfpreis €/t	110 <sup>2</sup>
Strompreis €/MWh	139 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Umweltbundesamt, Berechnung von Treibhausgas (THG)-Emissionen verschiedener Energieträger,

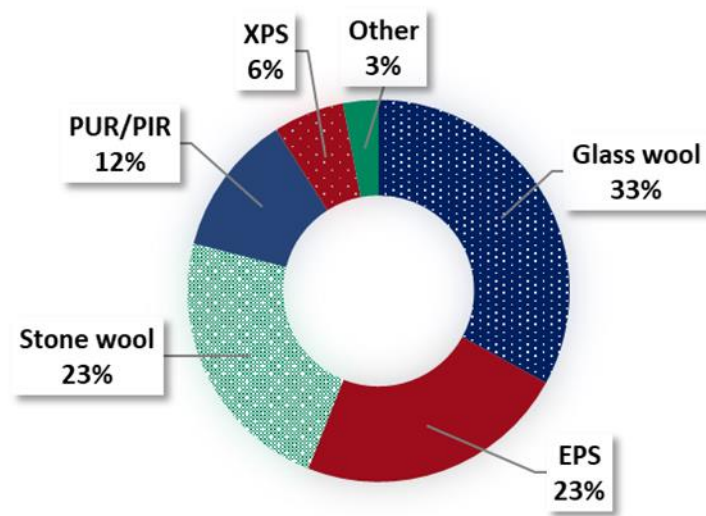
[secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html](https://secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html), Zugriff am 20.11.2023

<sup>2</sup> Projekt interne Information

\* Annahme: Wartungskosten WP pro Jahr = 1% Komponentenkosten

# BEWERTUNG EPS PRODUKTION EUROPA

- **274,3 Mio. m<sup>3</sup>** thermischer Isolierungsbedarf in Europa 2022<sup>1</sup>
- 23% EPS → **65,6 Mio. m<sup>3</sup>** 2022 (inkl. Verschnitt)
- **Abwärme:** 3,2 kWh/m<sup>3</sup>
- rd. 90% der Abwärme mit WP genutzt → Deckung 70% des Dampfbedarfs
- **rd. 67 000 t/a** CO<sub>2</sub>-Einsparungen
- **216 GWh/a** Endenergieeinsparung

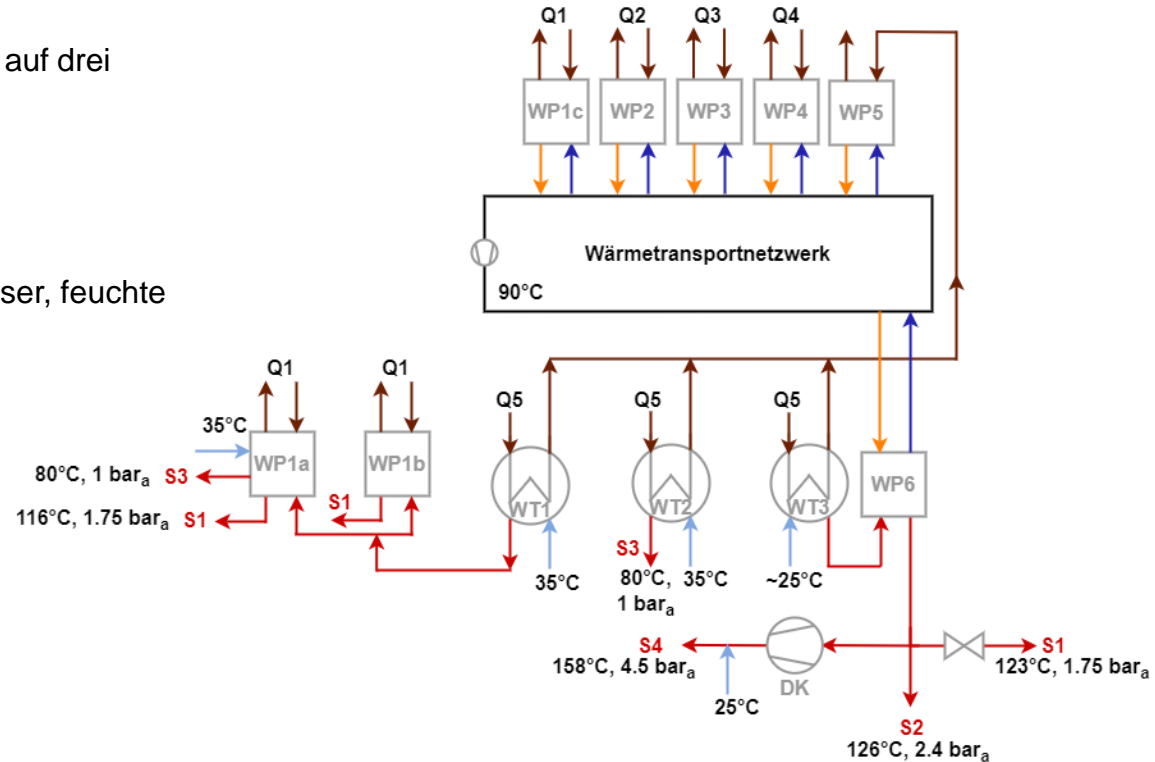


Thermal insulation market in Europe in 2022, according to IAL Consultants<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IAL Consultants, Press release: The European market for thermal insulation products, December/July 2023/15, <https://www.ialconsultants.com/media/1118/thermal-insulation-press-release-2023.pdf>, Zugriff am 17.01.2024

# ANWENDUNGSBEISPIEL II

- **4 Wärmesenken:** Heißwasser, Dampf auf drei Druckniveaus
- **2,3 TWh/a** Wärmebedarf
- **5 Abwärmequellen:** Wasser aus Wärmerückgewinnungssystem, Abwasser, feuchte Luft, Rauchgas
- **1,2 TWh/a** Abwärmepotential
- **Temperaturhub:** 45 K – 94 K
- **COP:** 2,56 – 4,12
- **Heizleistung WP:** 1,2 MW – 181 MW
- **Druckverhältnis DK:** 1,9
- **833 GWh/a** elektrischer Energiebedarf



# BEWERTUNG UND ANNAHMEN

- Referenzfall Erdgasverbrennung (90% Effizienz):
  - 82% geringere CO<sub>2</sub> Emissionen
  - 49% geringerer Endenergiebedarf
  - 29% geringere Betriebskosten\*
- Referenzfall Elektroboiler (100% Effizienz):
  - 45% geringerer Endenergiebedarf
  - 44% geringere Betriebskosten\*

CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor Erdgas g <sub>CO<sub>2</sub>-equiv</sub> /kWh	201 <sup>1</sup>
CO <sub>2</sub> -Zertifikatspreis €/t <sub>CO<sub>2</sub></sub>	78 <sup>2</sup>
Erdgaspreis €/MWh	51.5 <sup>3</sup>
Strompreis €/MWh	102 <sup>3</sup>
Komponentenkosten Wärmepumpe €/kW	800 <sup>3,4</sup>
Komponentenkosten Wärmetauscher €/kW	40 <sup>3</sup>
Komponentenkosten Dampfkompresseur (bezogen auf Austrittsdampfleistung bei Abkühlung auf 105°C) €/kW	400 <sup>4</sup>
Integrationskostenfaktor bezogen auf Komponentenkosten	1,5 <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Umweltbundesamt, Berechnung von Treibhausgas (THG)-Emissionen verschiedener Energieträger, [secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html](https://secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html), Zugriff am 20.11.2023

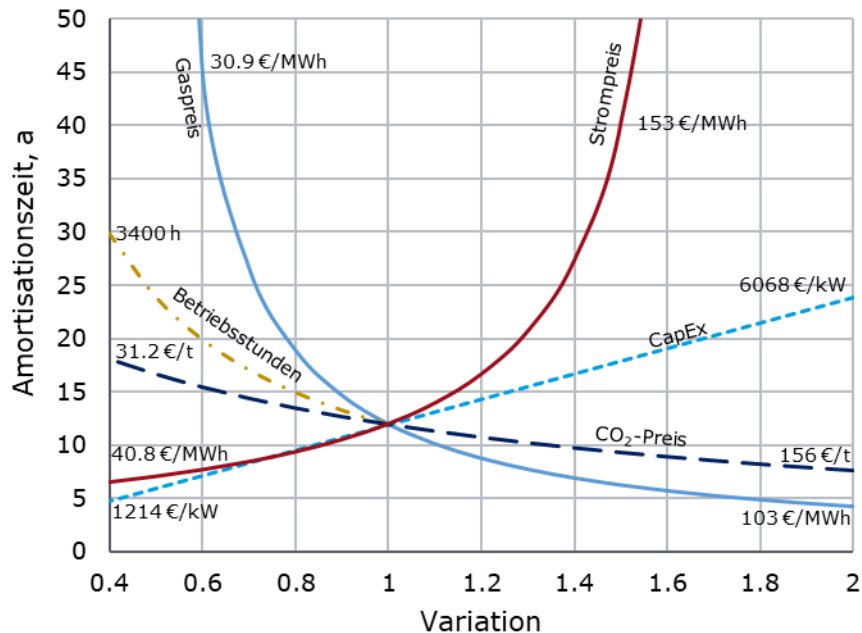
<sup>2</sup> J. Steppat, Update EU Energy Outlook 2060: Wie entwickelt sich der europäische Strommarkt in den nächsten 37 Jahren?, 19.04.2023, <https://blog.energybrainpool.com/update-eu-energy-outlook-2060-wie-entwickelt-sich-der-europaeische-strommarkt-in-den-naechsten-37-jahren/>, Zugriff am 02.01.2024

<sup>3</sup>Projekt interne Information

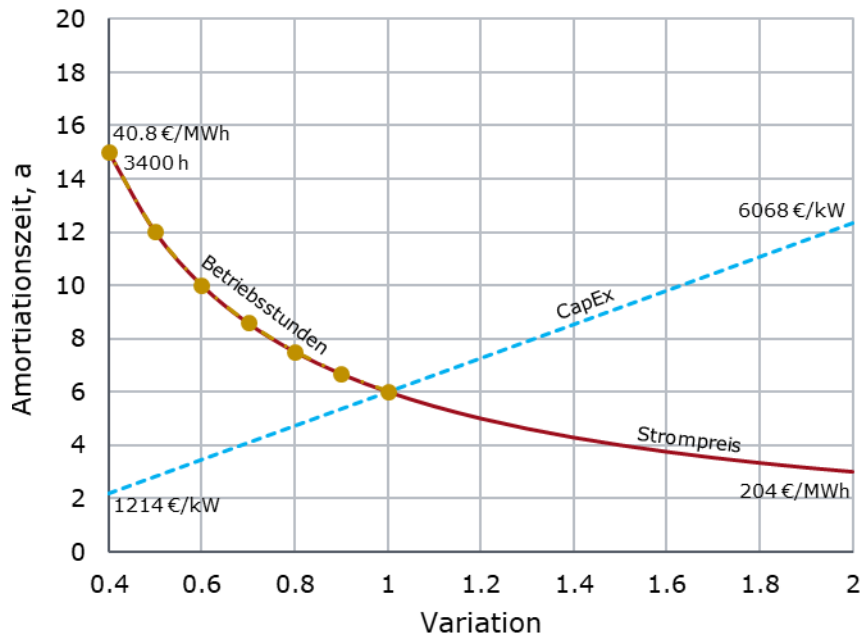
<sup>4</sup> IEA HPT Annex 58, Task 1 – Technologies, <https://heatpumpingtechnologies.org/annex58/task1/>, Zugriff am 09.01.2024

# EINFLUSSFAKTOREN AMORTISATIONSZEIT

## Fall 1 (Erdgas)



## Fall 2 (Elektroboiler)



# SCHLUSSFOLGERUNG

- CO<sub>2</sub> Emissionseinsparungen bis zu 82% und Endenergieeinsparung bis zu 49% je nach Anwendungsbeispiel und Referenzfall
- Amortisationszeit stark von Randbedingungen abhängig: Betriebsstunden, Energieträgerpreise, CO<sub>2</sub>-Preis, Investitionskosten
- Im Vergleich zur anderen Dekarbonisierungslösungen (z.B.: Elektroboiler) können deutlich geringere Amortisationszeiten erreicht werden
- Wärmepumpen sind eine wesentliche Technologie für die Dekarbonisierung → Randbedingungen so gestalten, dass es Anreize für Unternehmen CO<sub>2</sub> Emissionen deutlich zu verringern





# THANK YOU!

**SABRINA DUSEK**

AIT Austrian Institute of Technology

Sabrina.Dusek@ait.ac.at

Dieser Beitrag ist Teil des Projektes LEAP (880756) gefördert durch den Klima- und Energiefonds im Zuge der NEFI Vorzeigeregion.