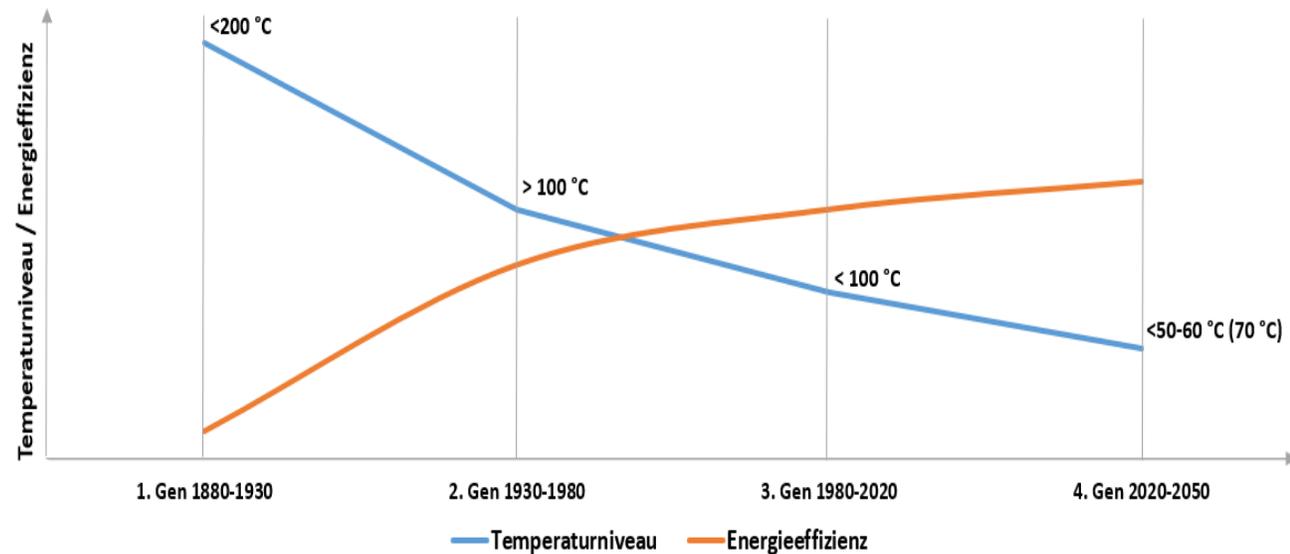


HOCHSCHULE
HAMM-LIPPSTADT

Konzeptanalyse

Nahwärmenetz 4.0 mit Abwärmenutzung

Was ist ein Wärmenetz 4.0?



Bildquelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an Lund et al. 2014

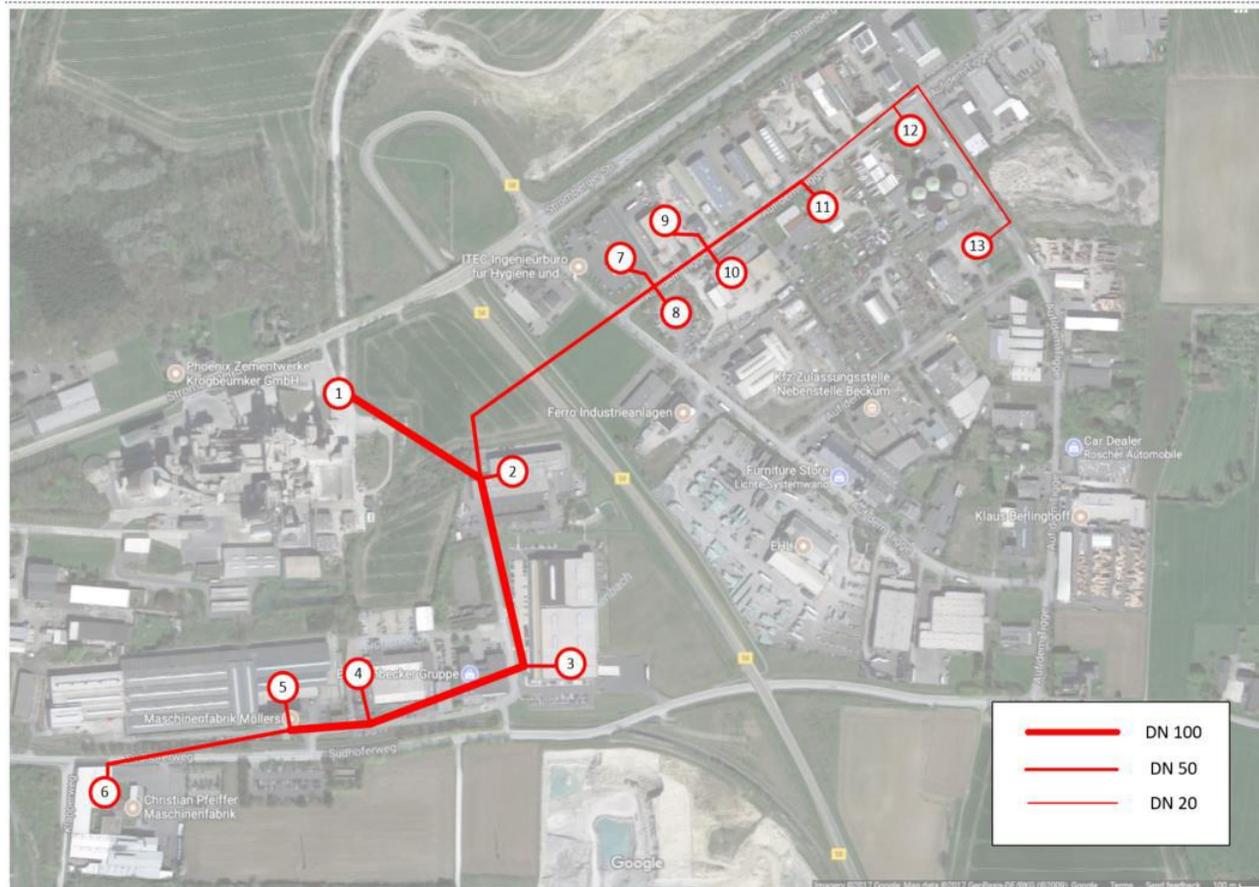
- Hoher Anteil erneuerbar erzeugter Wärme oder Nutzung von Abwärme (min. 50 %)
- Niedriges Temperaturniveau (= weniger Wärmeverluste)
- Sektorenkopplung / Strommarktdienlichkeit sollte gegeben sein
- Geringer Anteil fossil erzeugter Wärme (max. 10 %, KWK ausgenommen)

Attraktive Förderung für ein Wärmenetz 4.0

Förderung durch das BAFA-Förderprogramm „Wärmenetze 4.0“

- Bis zu 600.000 € für die Durchführung einer detaillierten Machbarkeitsstudie
- Maximal 15 Mio. € für den Bau eines Wärmenetzes
- Förderquote 30 %
- Zuzüglich 10 % Nachhaltigkeitsprämie (gleitend)
- Zuzüglich 10 % Kosteneffizienzprämie (gleitend)

Betrachtung des kleinen Verbunds nach Definition der FH Karlsruhe



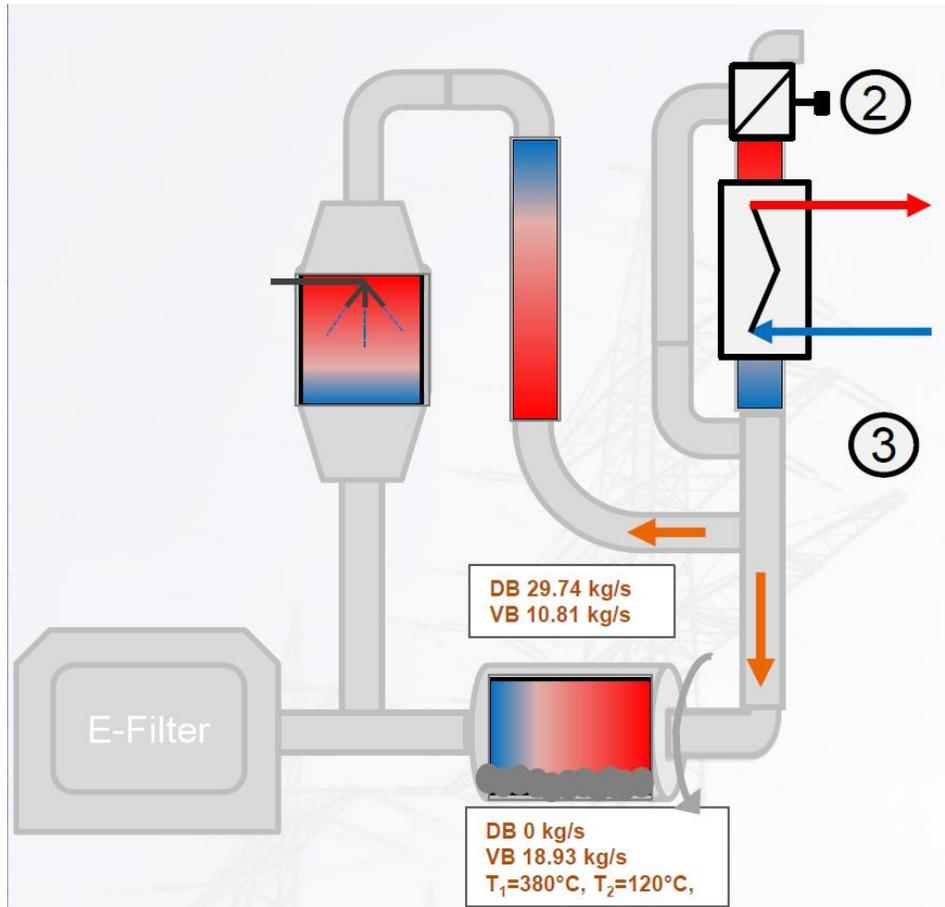
Bildquelle: Interflex Ergebnispräsentation FH Karlsruhe / Bohlager 2017

Gesamte Rohrleitungslänge (VL+RL): 3.084 m

Maximale Heizlast: ca. 1500 kW

Jährliche Heizarbeit: 4.216.086 kWh

Annahmen für die Abwärmenutzung nach Angaben der FH Karlsruhe



Bildquelle: Interflex Ergebnispräsentation FH Karlsruhe / Bohlayer 2017

- Einregelung des Abgasstroms auf eine konstante Temperaturdifferenz von $400 / 287^\circ\text{C}$
- Vorlauftemperatur des Netzes 80°C
- Wärmeleistung 1692 kW
- Austauschfläche 669 m^2

Wärmenetz mit Abwärmenutzung

Unterscheidung zwischen zwei Varianten:

Variante A

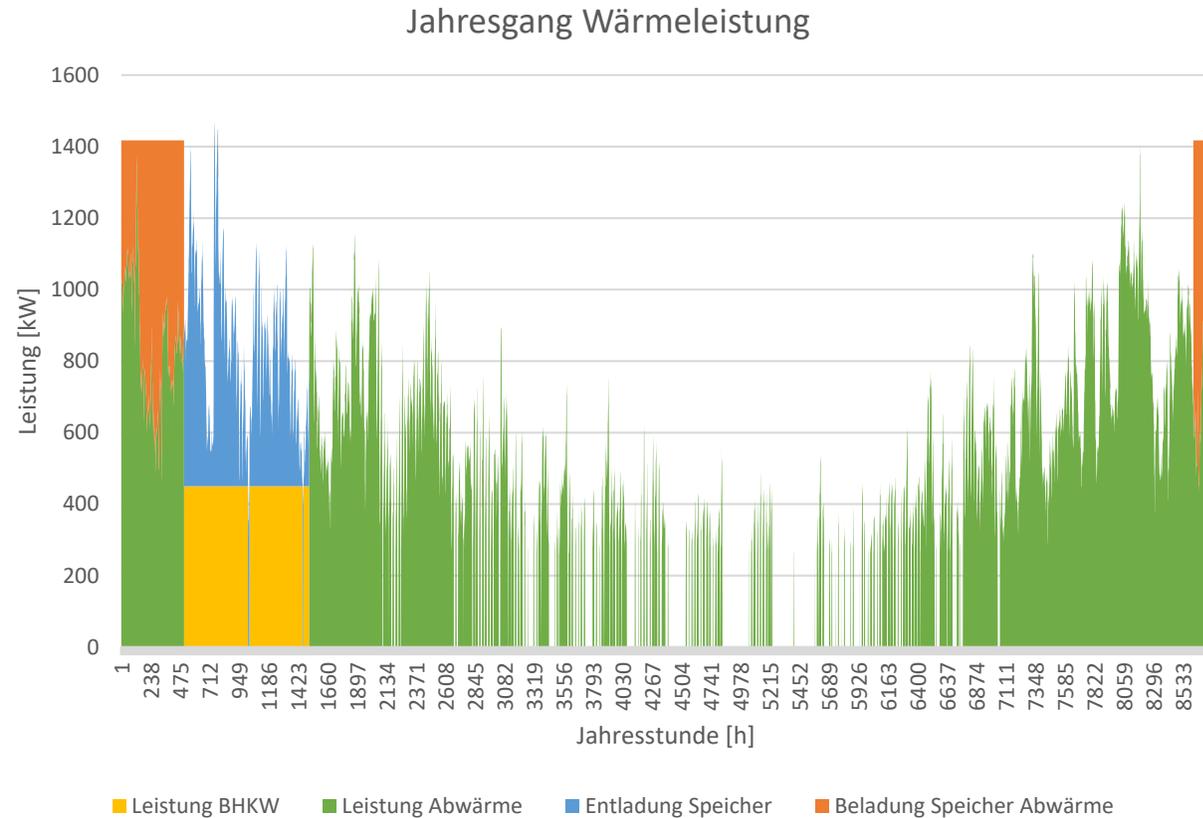
- Abwärmetauscher, saisonaler Speicher und BHKW

Variante B

- Wie Variante A, nur die Revisionszeit wird in den November gelegt

→ Beide Varianten würden die Bedingungen für ein BAFA Wärmenetz 4.0 erfüllen (Förderung)

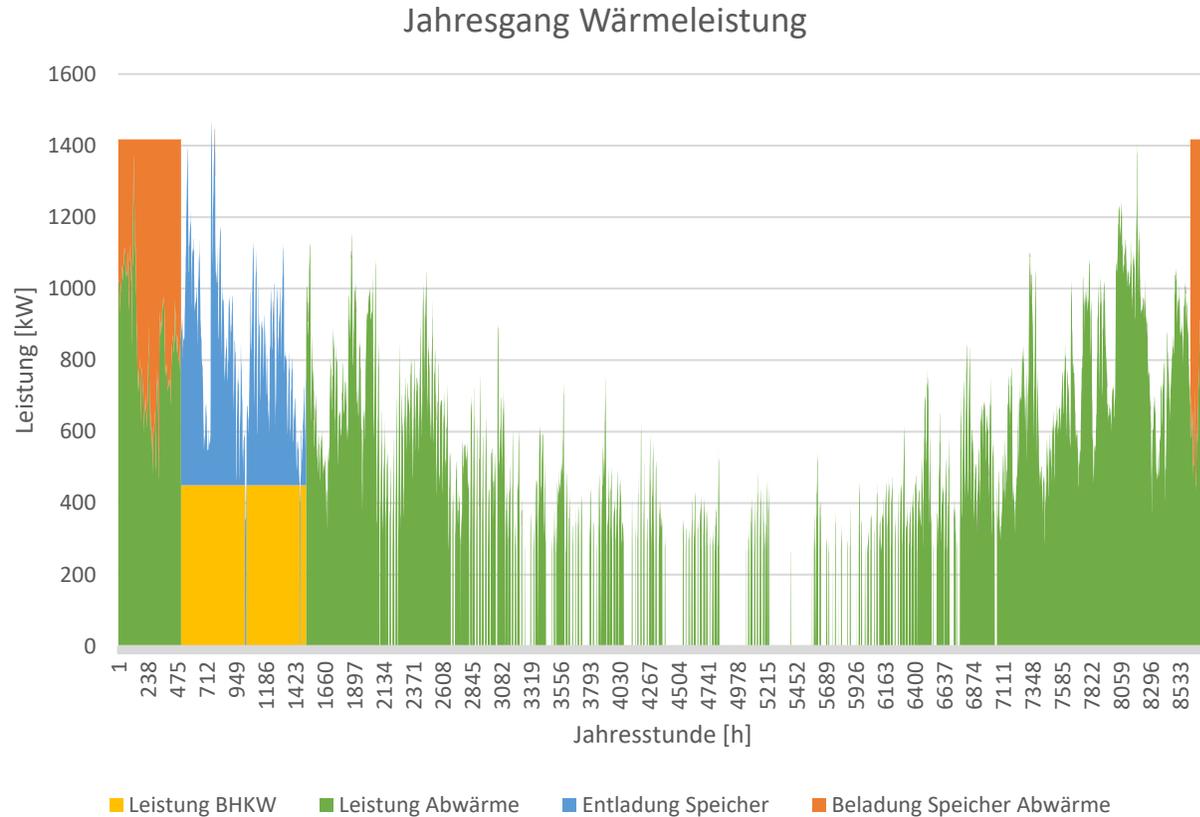
Wärmenetz mit Abwärmenutzung Variante A



Konzept bestehend aus:

- Abwärmetauscher (80 %)
- Saisonaler Wärmespeicher (9,4 %)
- BHKW (10,6 %)
- In der Revisionszeit wird der saisonale Speicher entladen (ca. 14.000 m³)
- Die Grundlast in dieser Zeit wird von einem BHKW gedeckt (450 kW th.)

Wärmenetz mit Abwärmenutzung Variante A



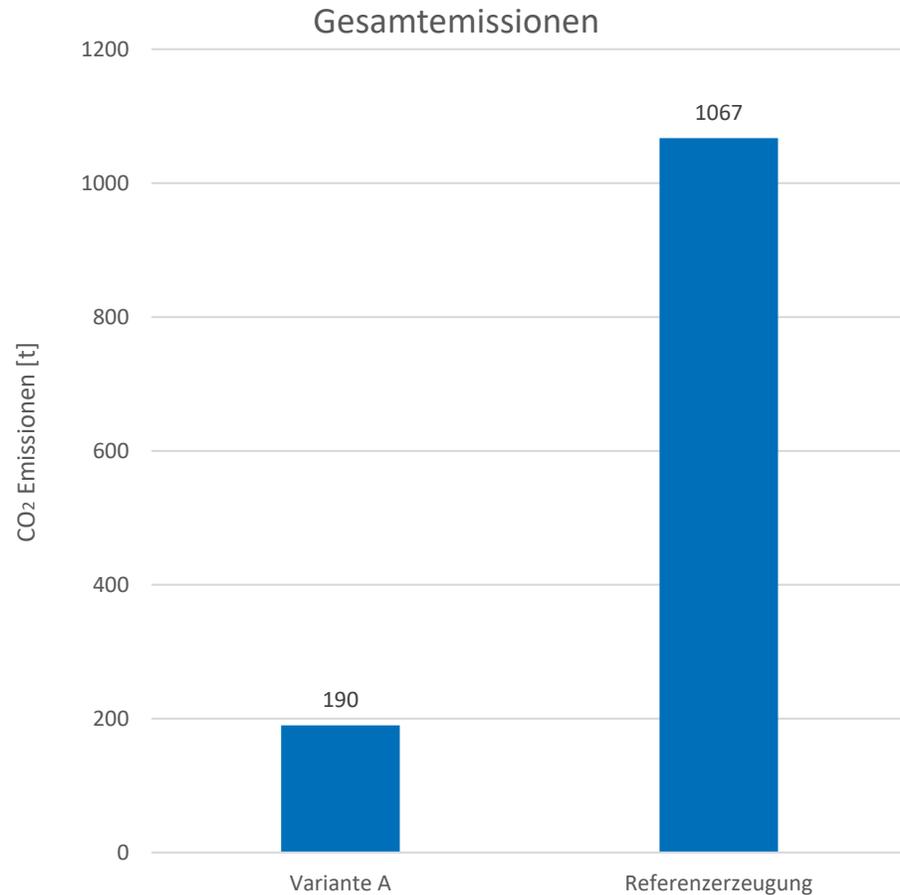
Wärmegestehungskosten

- **Ohne Förderung:**
 - 9,65 Cent/kWh
- **Mit Förderung Wärmenetz 4.0:**
 - 6,84 Cent/kWh

→ **Vergleich:**
Konventionelles Wärmenetz 7,26 Cent/kWh

Wärmenetz mit Abwärmenutzung

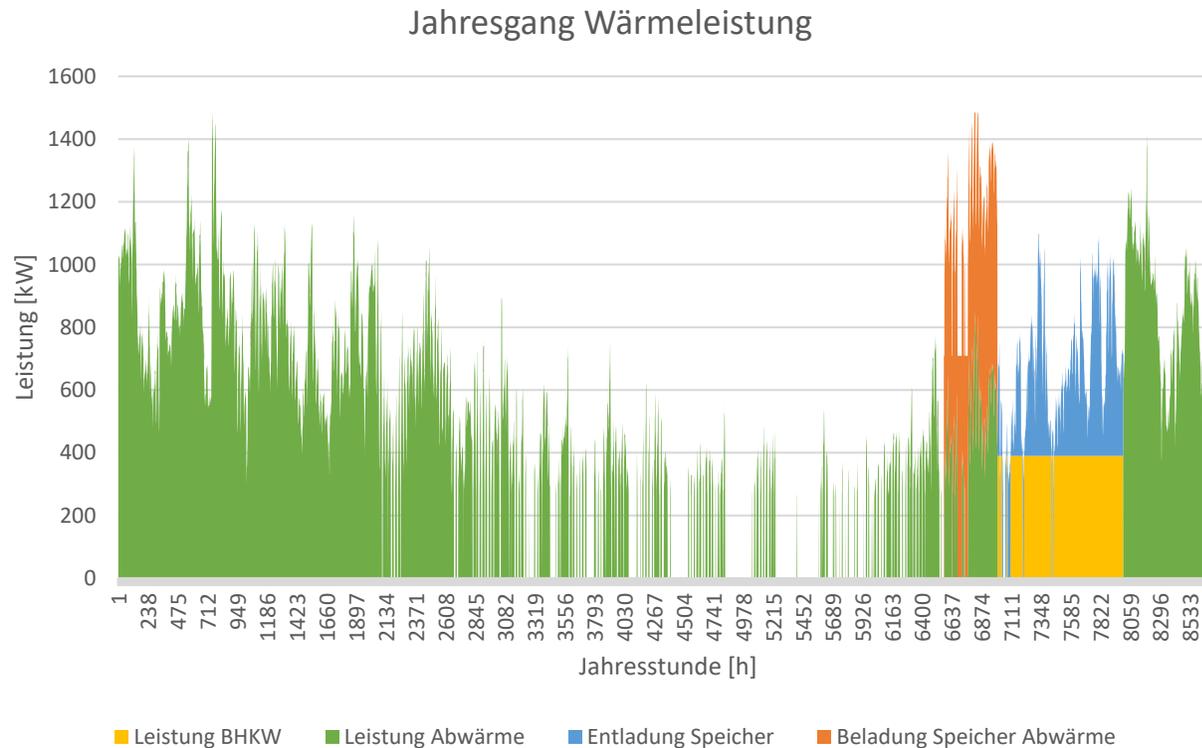
Variante A



- **877 t** absolute CO₂ Einsparung gegenüber einer dezentralen Wärmeerzeugung und Strombezug ohne BHKW
- **82 %** Relative Einsparung gegenüber der Referenzerzeugung
- **802 t** CO₂ Einsparung durch die Abwärme

Wärmenetz mit Abwärmenutzung

Variante B – verschobene Revisionszeit

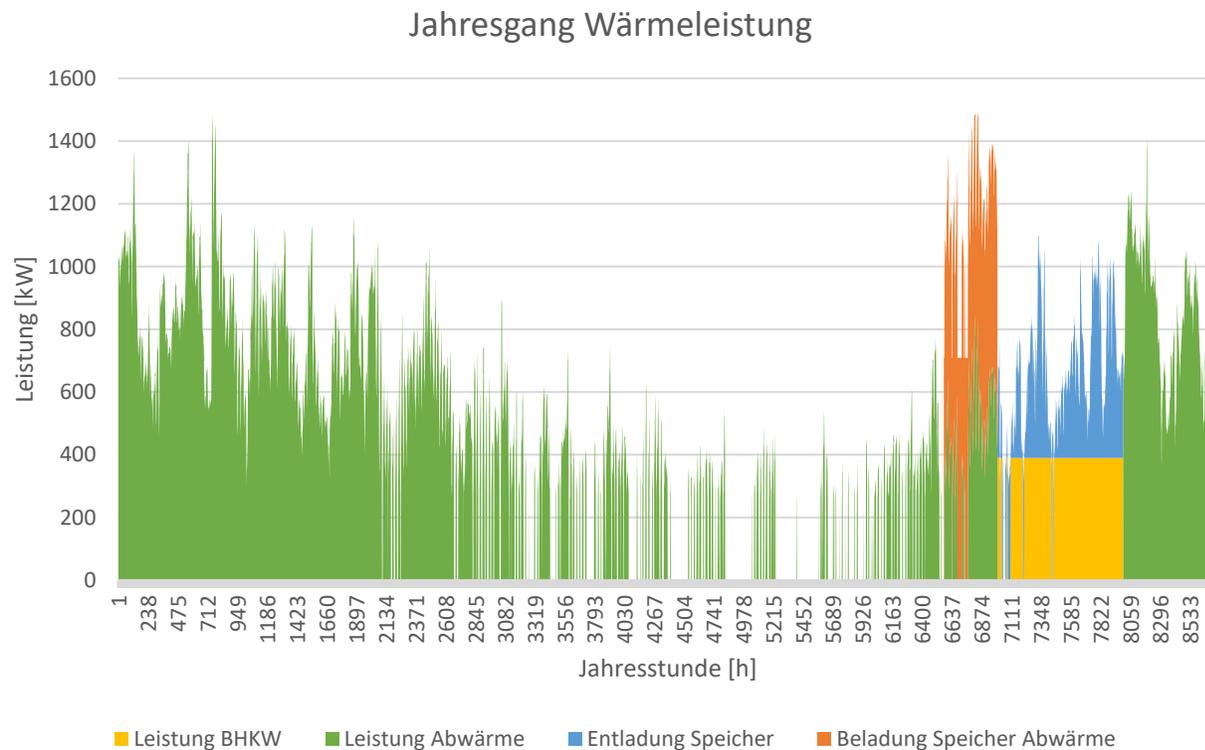


Konzept bestehend aus:

- Abwärmetauscher (84,4 %)
- Saisonaler Wärmespeicher (7,0 %)
- BHKW (8,6 %)
- In der Revisionszeit wird der saisonale Speicher entladen (ca. 10.000 m³)
- Die Grundlast in dieser Zeit wird von einem BHKW gedeckt (390 kW th.)

Wärmenetz mit Abwärmenutzung

Variante B – verschobene Revisionszeit



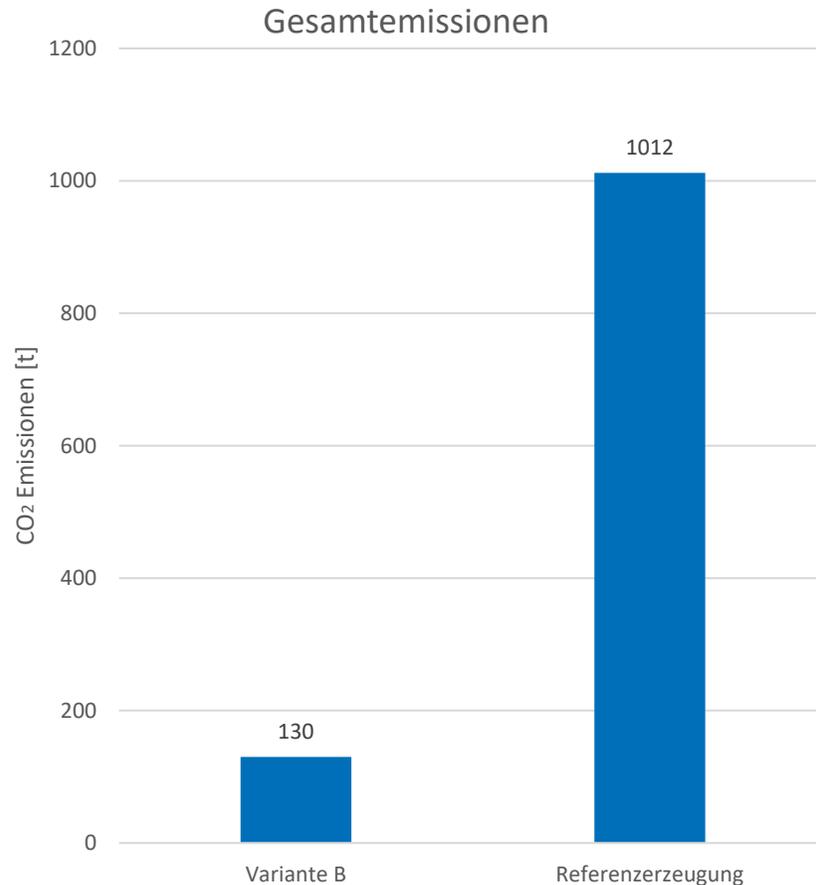
Wärmegestehungskosten

- **Ohne Förderung:**
 - 8,81 Cent/kWh
- **Mit Förderung Wärmenetz 4.0:**
 - 6,28 Cent/kWh

→ **Vergleich:**
Konventionelles Wärmenetz 7,26 Cent/kWh

Wärmenetz mit Abwärmenutzung

Variante B – verschobene Revisionszeit

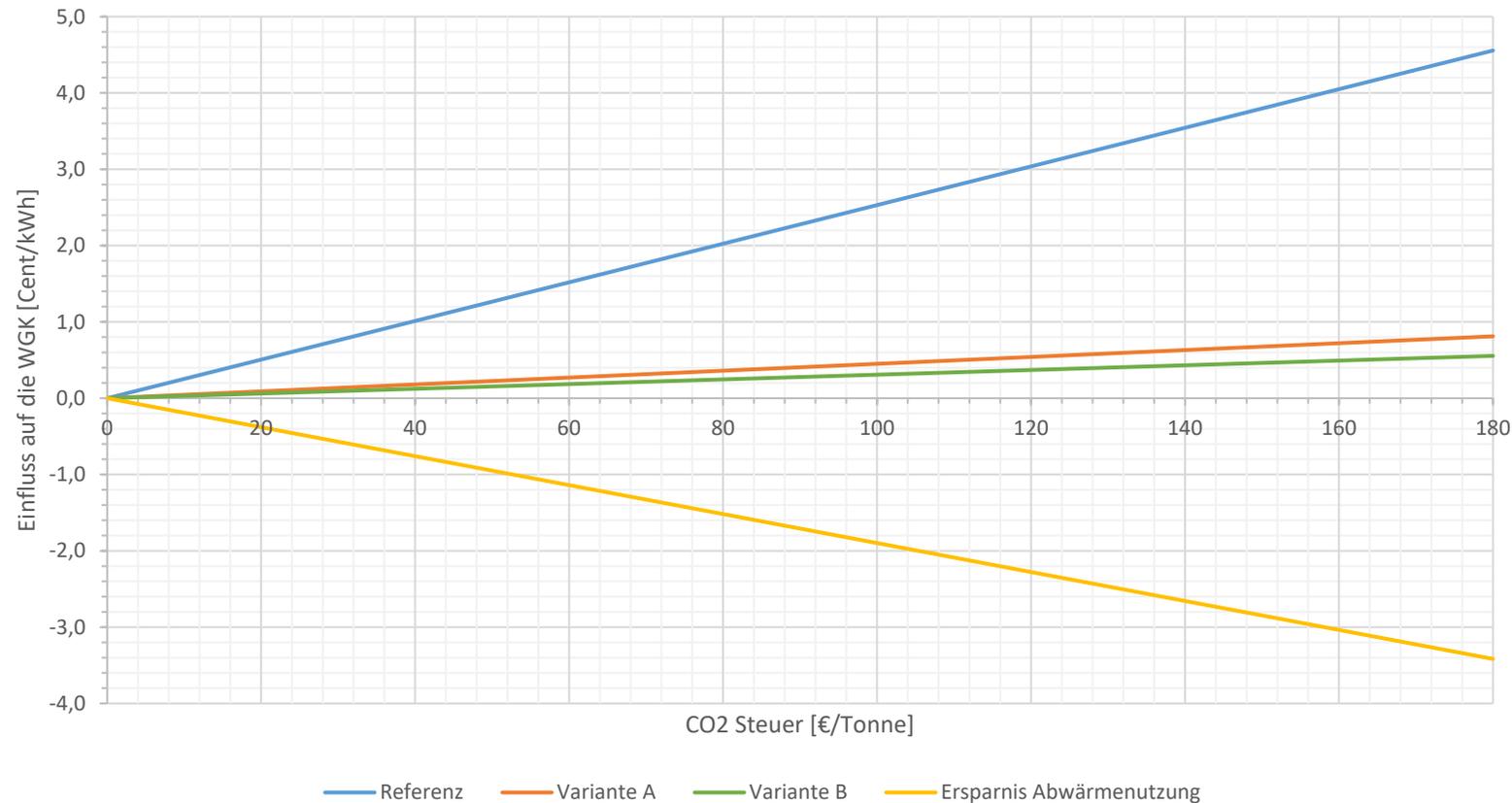


- **882 t** absolute CO₂ Einsparung gegenüber einer dezentralen Wärmeerzeugung und Strombezug ohne BHKW
- **87 %** Relative Einsparung gegenüber der Referenzerzeugung
- **820 t** CO₂ Einsparung durch die Abwärme

Wärmenetz mit Abwärmenutzung

Einfluss einer CO₂ Steuer auf die WGK

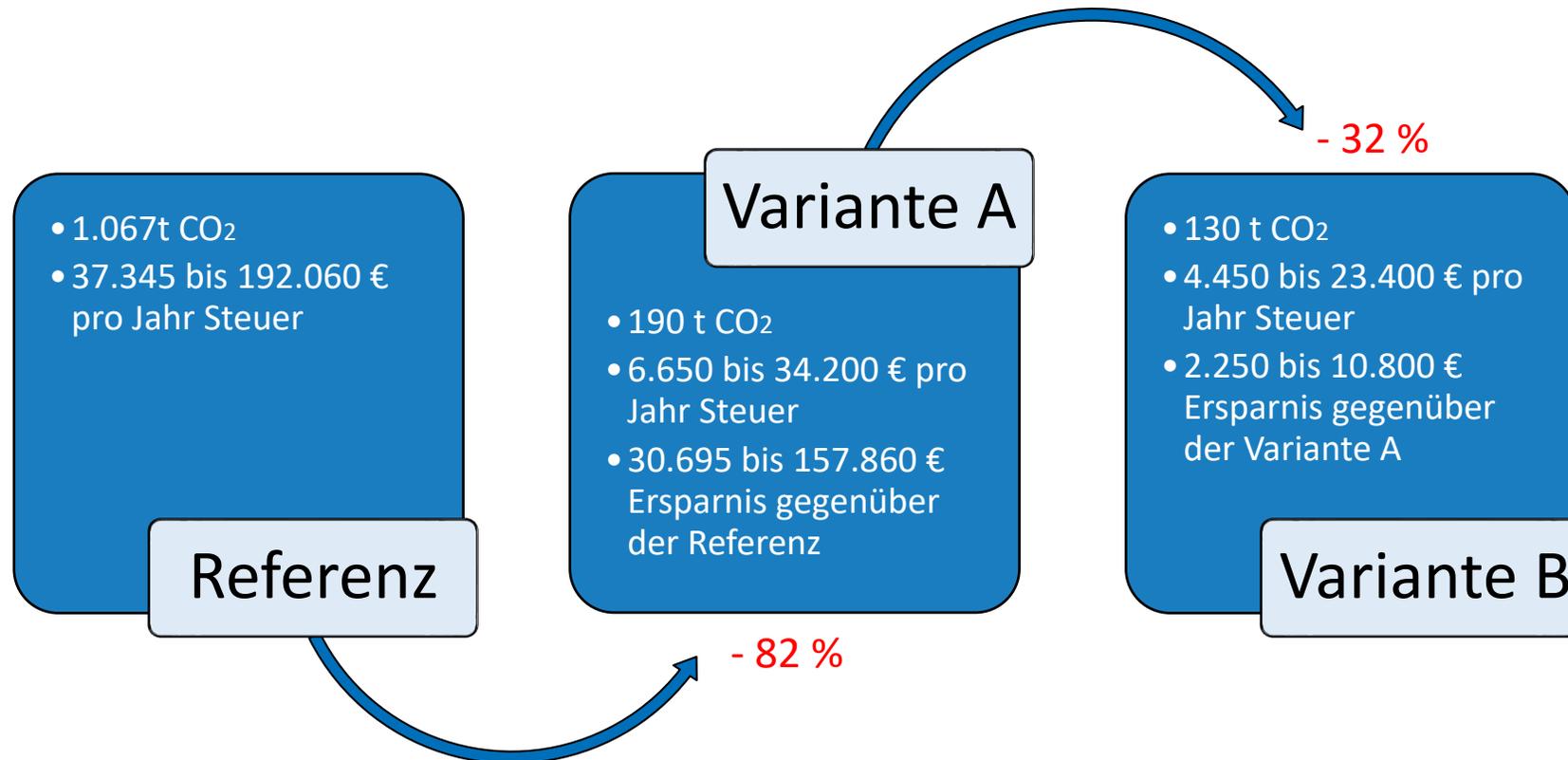
Erhöhung der Wärmegestehungskosten durch eine CO₂ Steuer



- Geringer Einfluss einer Steuer auf die Varianten A und B
- Sehr hoher Einfluss auf eine konventionelle Erzeugung
- Erhebliches Einsparpotential durch Nutzung der Abwärme

Wärmenetz mit Abwärmenutzung

Einfluss einer CO₂ Steuer von 35 – 180 € je Tonne



Ca. 800 t direkte Ersparnis durch die Nutzung der Abwärme (ohne BHKW-Effekte): 28.000 bis 144.000 € Pro Jahr

Zusammenfassung / Fazit

- Ein Wärmenetz 4.0 hätte ein erhebliches CO₂ Einsparpotential gegenüber einer fossilen Wärmeerzeugung.
- Unter Einbeziehung einer Förderung würden die WGK ggü. einer fossilen Wärmeerzeugung nicht höher ausfallen.
- Eine Verschiebung der Revisionszeit würde gegenüber der Variante A...
 - ... die WGK zu ca. 10 % reduzieren.
 - ... ca. 60 t mehr CO₂ einsparen.
- Je höher die CO₂-Steuer ausfällt, desto wirtschaftlicher wird das Netz ggü. einer fossilen Erzeugung