



# Planung & Umsetzung von Großwärmepumpen projekten

Dr. Armin Kraft /  
Dr. Marius Maximini

02.03.2023

EEB ENERKO  
Energiewirtschaftliche  
Beratung GmbH

# Großwärmepumpen

## Einsatzgebiete

- Abgrenzung Großwärmepumpen (keine allgemeingültige Definition):
  - Wärmeversorgung von Gewerbe, Industrie, Fernwärme
  - Erreichbare VL-Temperatur Wärmesenke (Heizen) ca. 80...115°C
  - Heizleistung oberhalb von ca. 1,0 MW (je Einheit)
- Beispiele für Niedertemperatur-Wärmequellen:
  - Gewässer (Meer, Fluss, Binnensee, Stausee, gereinigtes Abwasser von Kläranlagen): ca. 0-20°C
  - Luft, Abluft (Prozessabluft, u.a. Rechenzentren): 0-35°C
  - Prozessabwärme (Industrie,... , zukünftig H<sub>2</sub>O-Elektrolyse): ca. 10-60°C
  - Geothermie oberflächennah: ca. 0-15°C, Tiefengeothermie: i.d.R. < 80°C

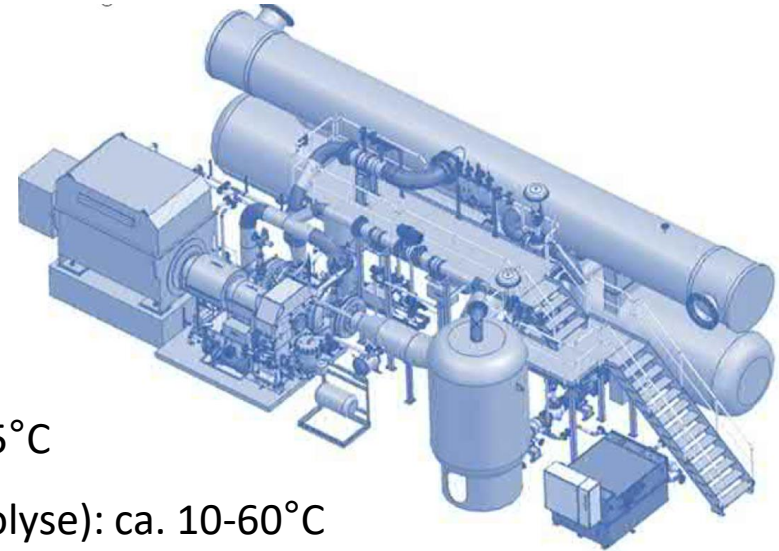
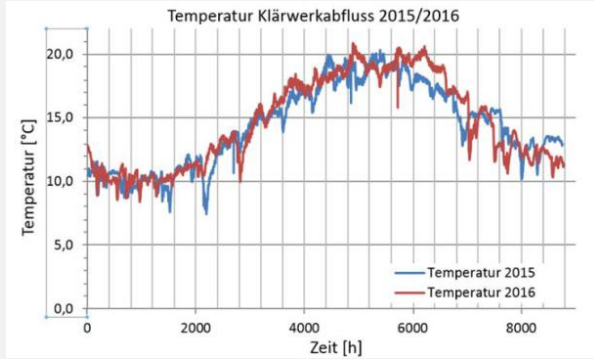


Bild: Siemens

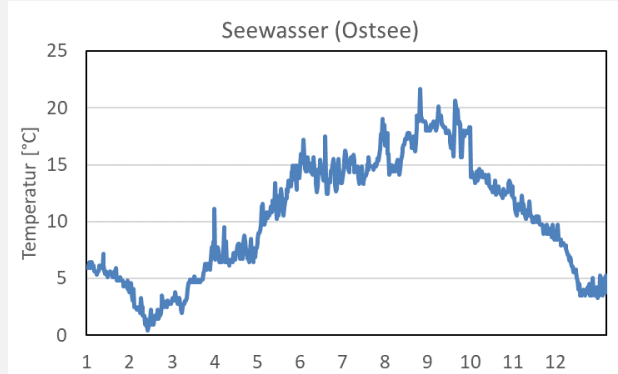
# Großwärmepumpen

## Überblick möglicher Quelltemperaturen (nur Umweltwärme gem. iKWK)

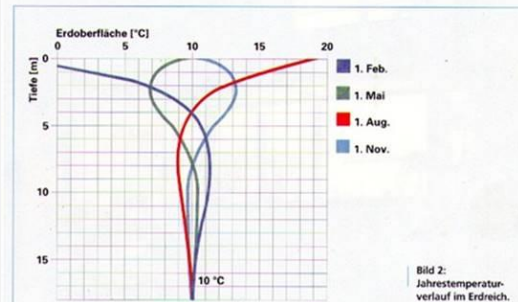
### Kläranlagenabfluss: 10-20°C



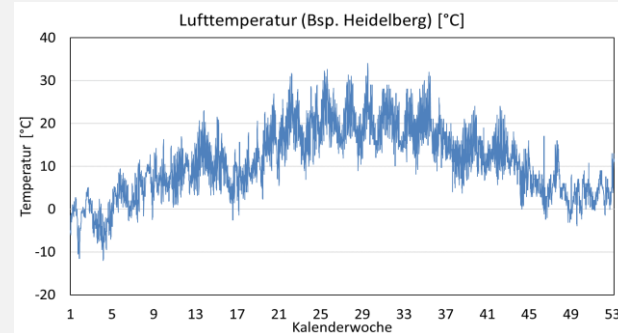
### See/Flusswasser: 0-20°C



### Erdwärme (oberflächennah): 6-14°C

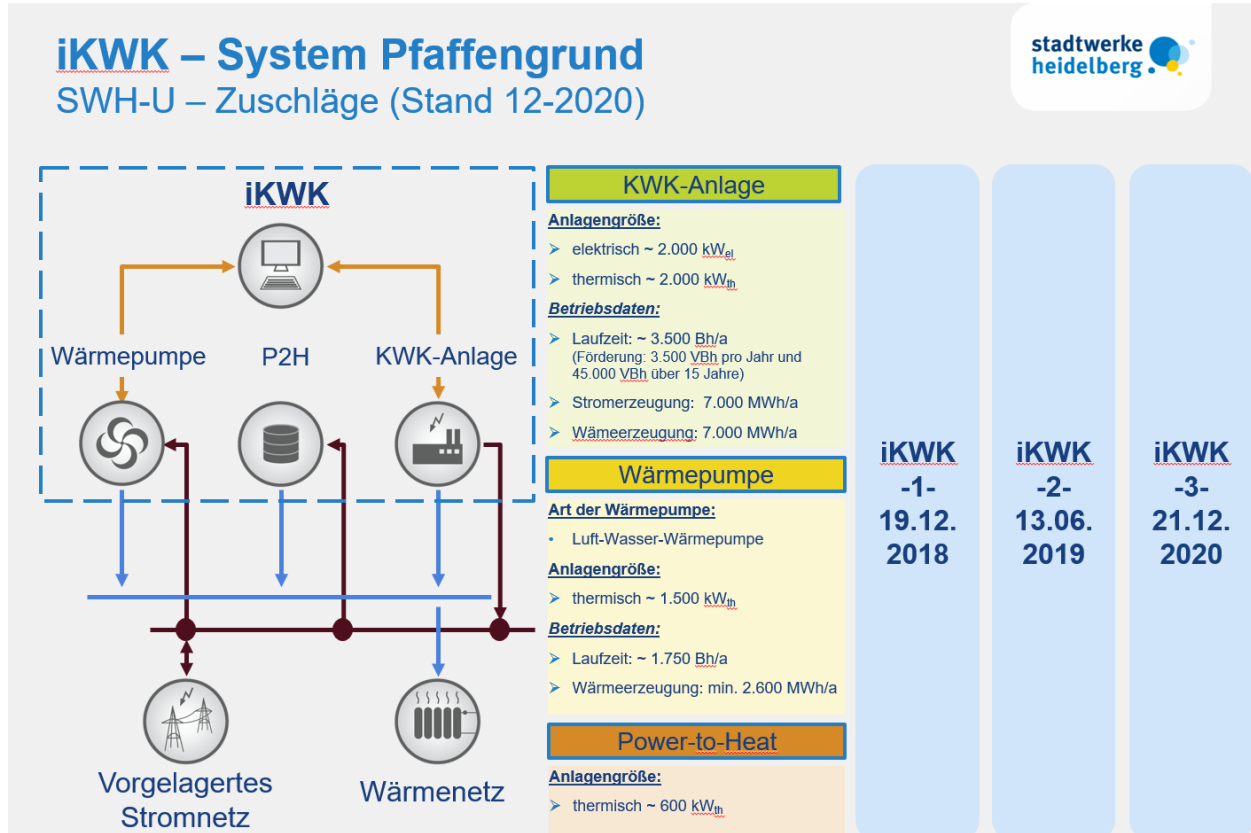


### Außenluft: -10-30°C



# Praxisbeispiel 1: Luft als Wärmequelle

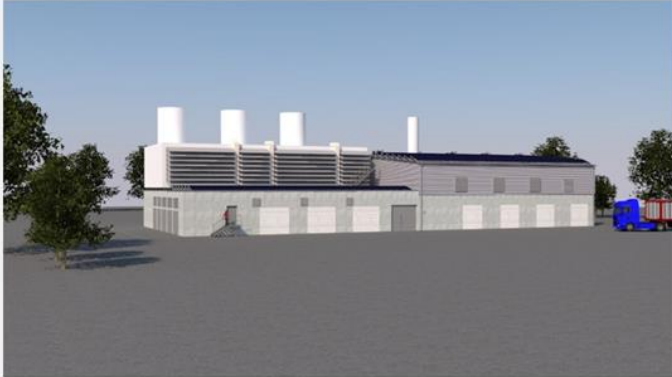
## Das „Luftkraftwerk“ mit 3 Luft-Wasser-WP zu je 1,5 MW<sub>th</sub>





# Praxisbeispiel 1: Luft als Wärmequelle

## „Luftkraftwerk“ in Heidelberg – Visualisierung und Realisierung



Visualisierung: Weber Engineering Services, Fotos: SW Heidelberg / EEB ENERKO

# Luftwärmepumpen

## Herausforderungen und Besonderheiten

- Zentrale Herausforderung: LUFT als Wärmequelle
  - Bei voller Leistung rd. 500.000 m<sup>3</sup>/h Luftdurchsatz je Wärmepumpe (in Summe 60 Dreifachturnhallen Luft pro Stunde)
  - Problematisch ist der sichere Abtransport der ausgekühlten Luft in Verbindung mit der geografischen Lage (Verwirbelungen, Kaltluftseen, Vereisung)
  - Die Planung der Anlage erforderte Windkanalversuche mit 3D Modellen
- Niedertemperatúrauslegung für größtmögliches Einsatzfenster nötig (Rückklaufanhebung, Betrieb in Übergangsjahreszeit)
- Ein BEW konformer COP > 2,5 ist mit Luft-WP schwer erreichbar → Aktuell: Ersatz COP durch Gütegrad (BAFA)





# Praxisbeispiel 2: Kläranlagenablauf als Wärmequelle

## Abwasser-Wärmepumpe Duisburg mit 2 x 2 MW<sub>th</sub>

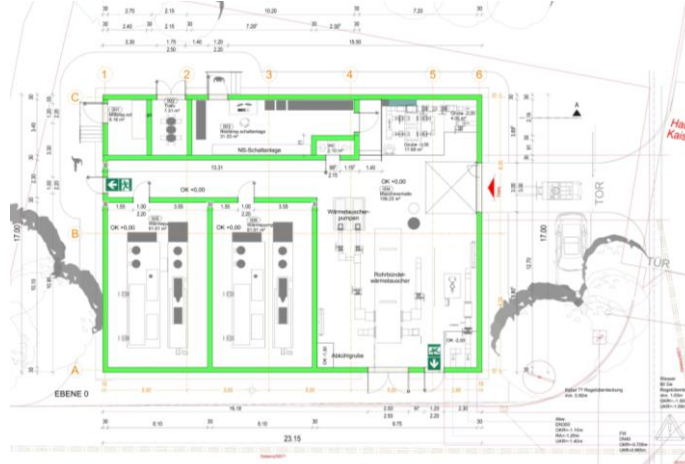
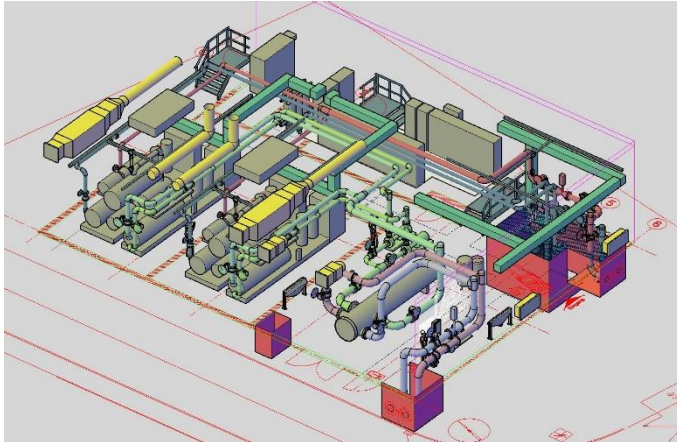


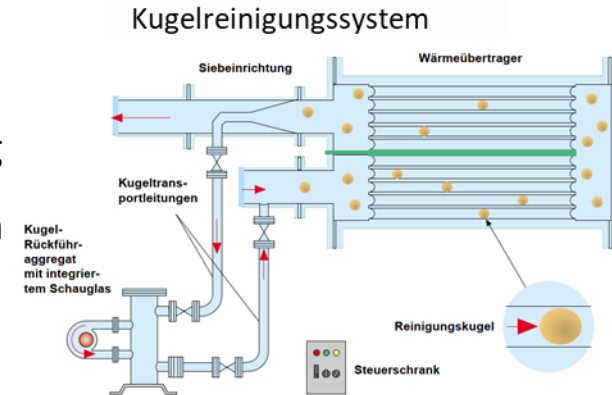
Foto: Wirtschaftsbetriebe Duisburg  
Visualisierung: Stadtwärme Duisburg  
Pläne: EEB ENERKO, Weber Engineering Services

# Abwasser-Wärmepumpe

## Herausforderungen und Besonderheiten

Zentrale Herausforderungen: Einbindung in Kläranlagenablauf

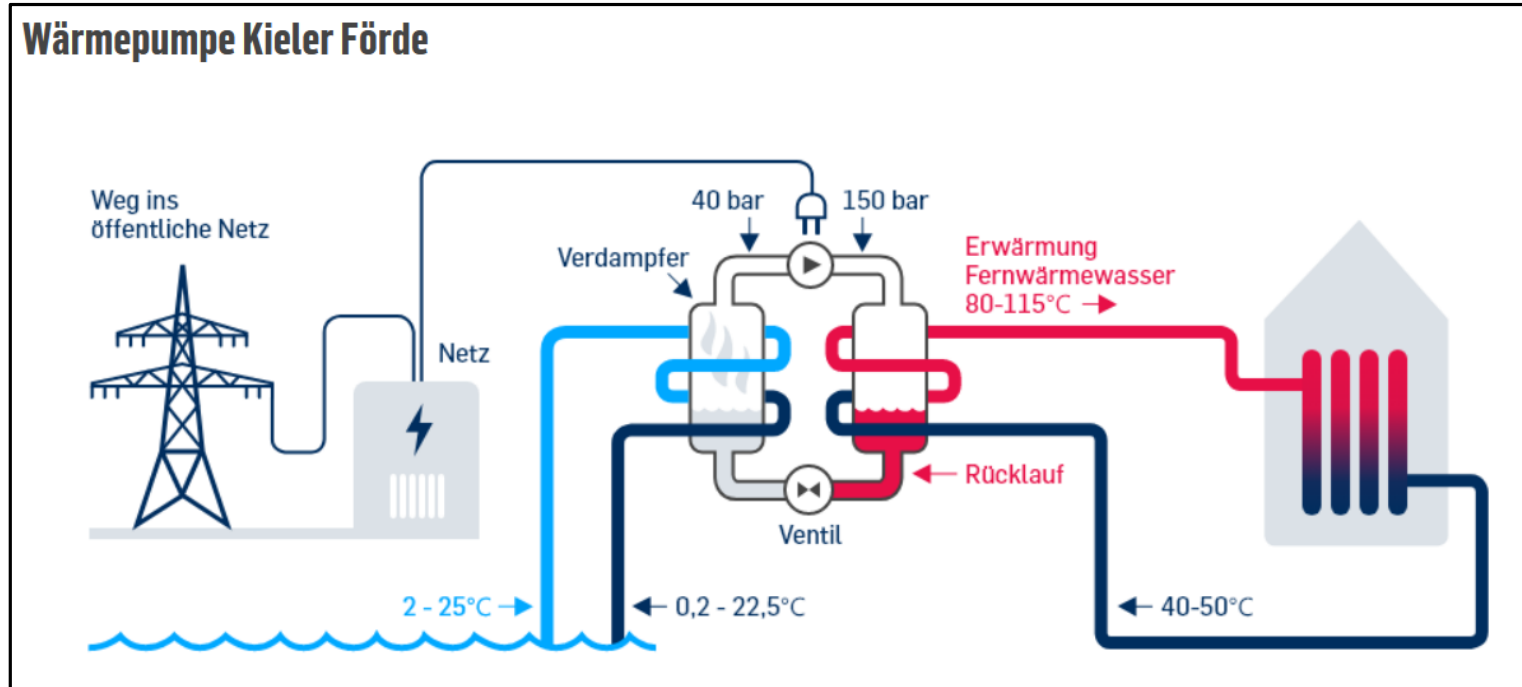
- Schutz des Reinwassers vor Kältemiteleintrag
  - Indirekte Einbindung der Abwasser-Abwärme über Wasser-Glykol-Zwischenkreis:
    - Kältemittel der Wärmepumpen kann im Schadensfall nicht direkt ins Abwasser gelangen
  - Direkte Einbindung mit doppelwandigen Wärmetauscher
- Stark schwankendes Wasserangebot → Errichtung von Pufferbecken
- Verschmutzung der technischen Anlage durch biologische Ablagerung
- Juristische Klärung über Verantwortung bei Reinwasserkontamination
- COP im Winter besser als bei Luft-WP, Fluss-WP oder Seewasser-WP durch höhere Quelltemperaturen





# Praxisbeispiel 3: Seewasser als Wärmequelle

## Seewasser-Wärmepumpe in Kiel mit > 50 MW



Visualisierung: SW Kiel

# See/Flusswasserwasser-Wärmepumpe

## Herausforderungen und Besonderheiten

- Zentrale Herausforderung 1: Gewässerbiologie der Wärmequelle (Kieler Förde / Ostsee)
  - Auflagen zur Begrenzung der max. Auskühlung → große Wassermengen → große DN
  - Vermeidung von biolog. Bewuchs (Muscheln, etc.) → hohe Strömungsgeschwindigkeiten
  - Reinigungseinrichtungen zur Entfernung von biolog. Bewuchs und sonstigen Störstoffen erforderlich → Rechen, Filter, Kugelreinigungssystem, Molchbarkeit Rohrleitungsanlage, etc.
  - Wahl von Kältemitteln mit geringem Umweltgefährdungspotential → **Bevorzugung von CO<sub>2</sub>**
  - CO<sub>2</sub> erfordert sehr hohe Drücke im Kältemittelkreis (s. Folie 9), weshalb CO<sub>2</sub>-WPs oft teurer und für FW-Anwendungen bislang unüblich sind → 1. Anlage von MAN in Esbjerg (DK)
- Zentrale Herausforderung 2: Absenkung der FW-Rücklauftemperaturen
  - Thermodynamische Besonderheiten von CO<sub>2</sub> führen u.a. dazu, dass eine geringe FW-RL-Temperatur einen höheren Einfluss auf hohe COP hat als eine geringe FW-VL-Temperatur  
→ Damit steigt der Handlungsdruck die Temperaturen im FW-Netz-Rücklauf zu reduzieren

# Regulatorischer Rahmen für Groß-WP

