

Großwärmepumpe: Beispiel Stadtwerke Kiel

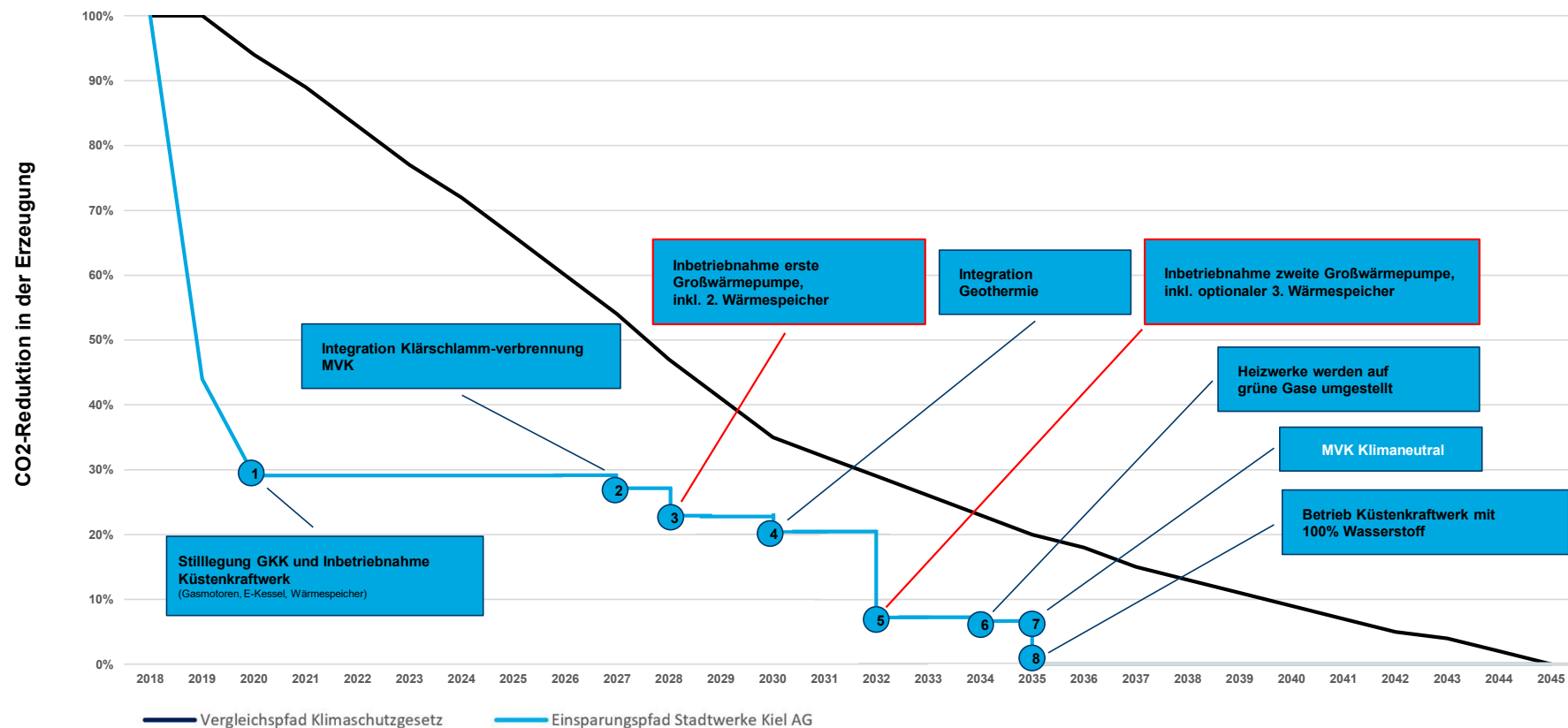
27. EKI-Fachforum: Großwärmepumpen



Frische Energie für die Zukunft.

Kurs Klimaneutralität

Das 8-Punkte-Programm zur Dekarbonisierung bis 2035



Zwei Bausteine des 8-Punkte-Plans

Dekarbonisierung der Fernwärme durch Großwärmepumpen am Standort „Küstenkraftwerk / GKK“

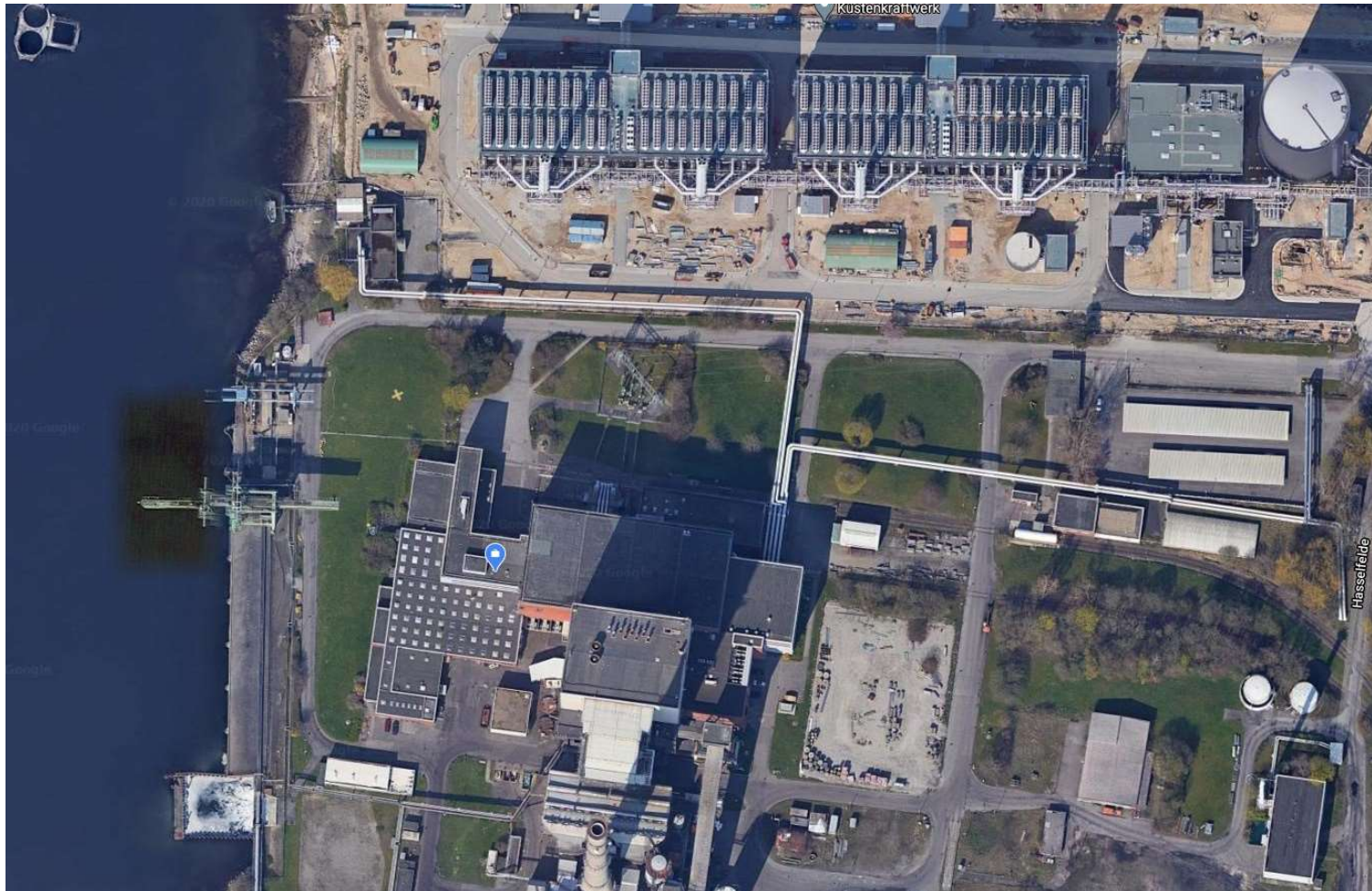
- Großwärmepumpen als wesentlicher Baustein der Dekarbonisierung
- Ausbaustufe 1 (IBS 2028)
 - Wärmepumpen mit ca. 50 MW_{th} FW-Output
 - Weiterer Wärmespeicher mit ca. 1.500 MWh Kapazität
- Ausbaustufe 2 (IBS 2032, ggf. auch schon in 2028)
 - Wärmepumpen mit ca. 50 MW_{th} FW-Output
 - Ggf. weiterer Wärmespeicher mit ca. 1.500 MWh Kapazität

STADTWERKE KIEL 24/7



Standort Küstenkraftwerk / GKK (2/3)

STADTWERKE KIEL ^{24/7}



Standort Küstenkraftwerk / GKK (3/3)

STADTWERKE KIEL ^{24/7}



Rückbau GKK (1/2)

Stand Anfang 2023

STADTWERKE KIEL ^{24/7}

Bildquelle: Brock



Bildquelle: Bricks



Rückbau GKK (2/2)

Stand September 2023

STADTWERKE KIEL ^{24/7}

Bildquelle: Brock



Zukünftige Grundsituation – nach Rückbau

STADTWERKE KIEL ^{24/7}



Grundstücksteilung, Besitzübergabe

erfolgt im Anschluss an Rückbau des Kohlekraftwerkes.



Zukünftige SWK Fläche

= Gegenstand der folgenden Betrachtungen

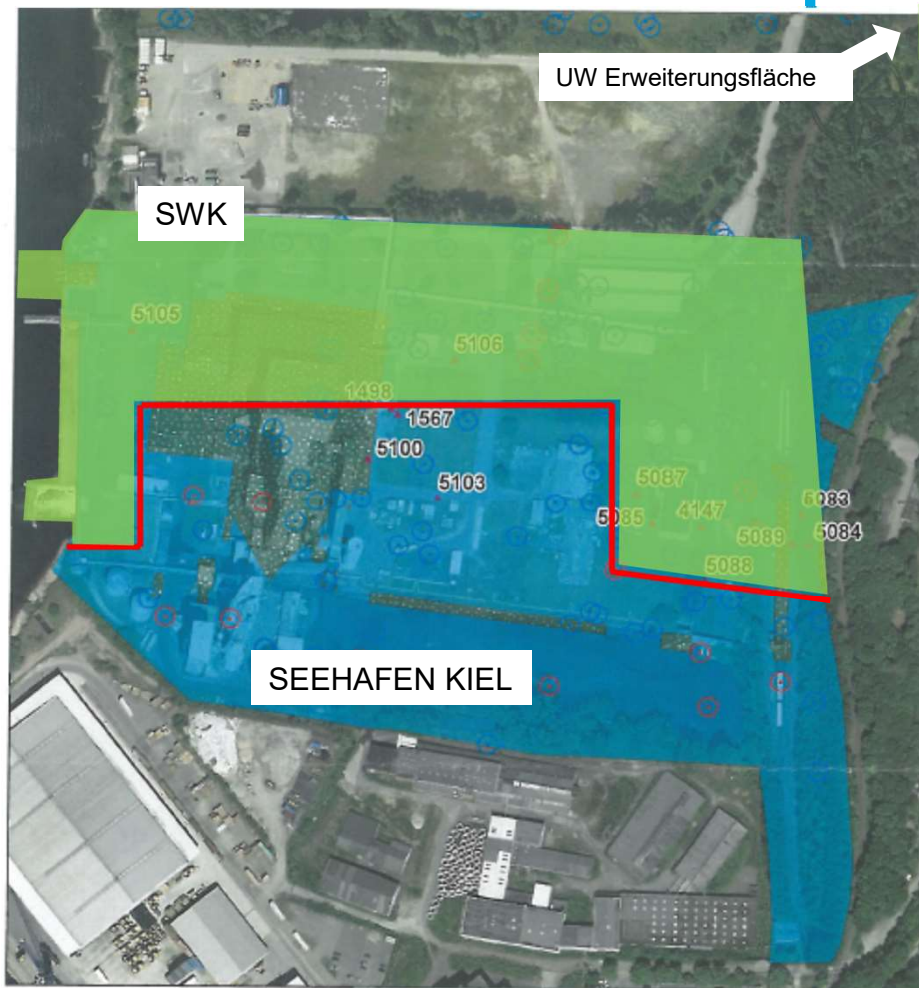


Zukünftige Fläche Seehafen Kiel

(Funktionsdarstellung zur Verdeutlichung – nicht exakt georeferenziert)

Bildquelle: Stadtwerke Kiel

Ziel Baufreiheit – Kampfmittel und Altlasten



Auszug aus dem
Kampfmittelinformationssystem

SH



Schleswig-Holstein
Ministerium für Inneres,
ländliche Räume und Integration

Kampfmittelinformationssystem 1:3.000

Erstellt am: 27.03.2019
Flurstück: div.
Flur: 1
Gemarkung: Dietrichsdorf
ETRS 1989 UTM Zone 32N

Luftbilddatenauswertung-Brock
Luftbilddatenauswertung@schl.hamburg.de
Telefon: 04340-40493
Telefax: 04340-40495

Sachgebiet 331
Kampfmittelräumdienst
Ihr Zeichen:
Ihre Nachricht vom: 16.10.2018
Mein Zeichen: 2018-2021
Meine Nachricht vom: 27.03.2019

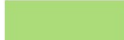
Legende

- Flurschaden
- Gebäudeschaden
- ▲ Bombenblindgängerhinweispunkt
- 1 Kampfmittelverdachtsflächen
- 6 sonstige Flächen

Hinweis
Das Ergebnis dieser Auswertung können Sie auf
Anfrage auch digital als .shp-Datei erhalten.

0 112,5 225
Meter

Konzepterstellung für den Weg zum Ziel läuft aktuell

 für Folgeprojekt erforderliche Baufreiheit

Bildquelle: KMR / Stadtwerke Kiel

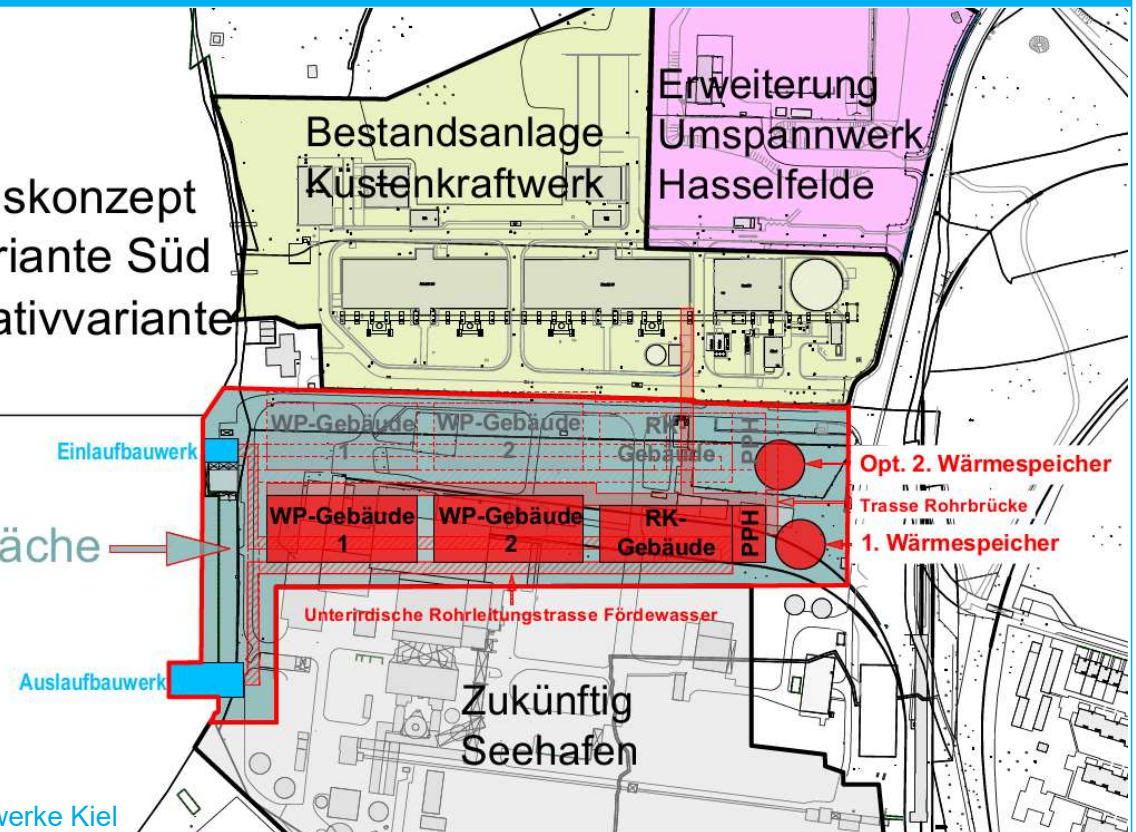
Technisches Konzept (1/7)

Konzeptidee - Aufstellungsplanung

- GKK seit 2019 außer Betrieb, befindet sich derzeit im Rückbau
- Neue Anlagen auf Teilfläche des GKK Geländes vorgesehen
- Nutzung des bestehenden seewasserseitigen Zugangs für die geplanten Anlagen
- Umwälzmenge
 - GKK: 52.000 m³/h
 - Planung: 50.000 m³/h

Aufstellungskonzept
Vorzugsvariante Süd
inkl. Alternativvariante Nord

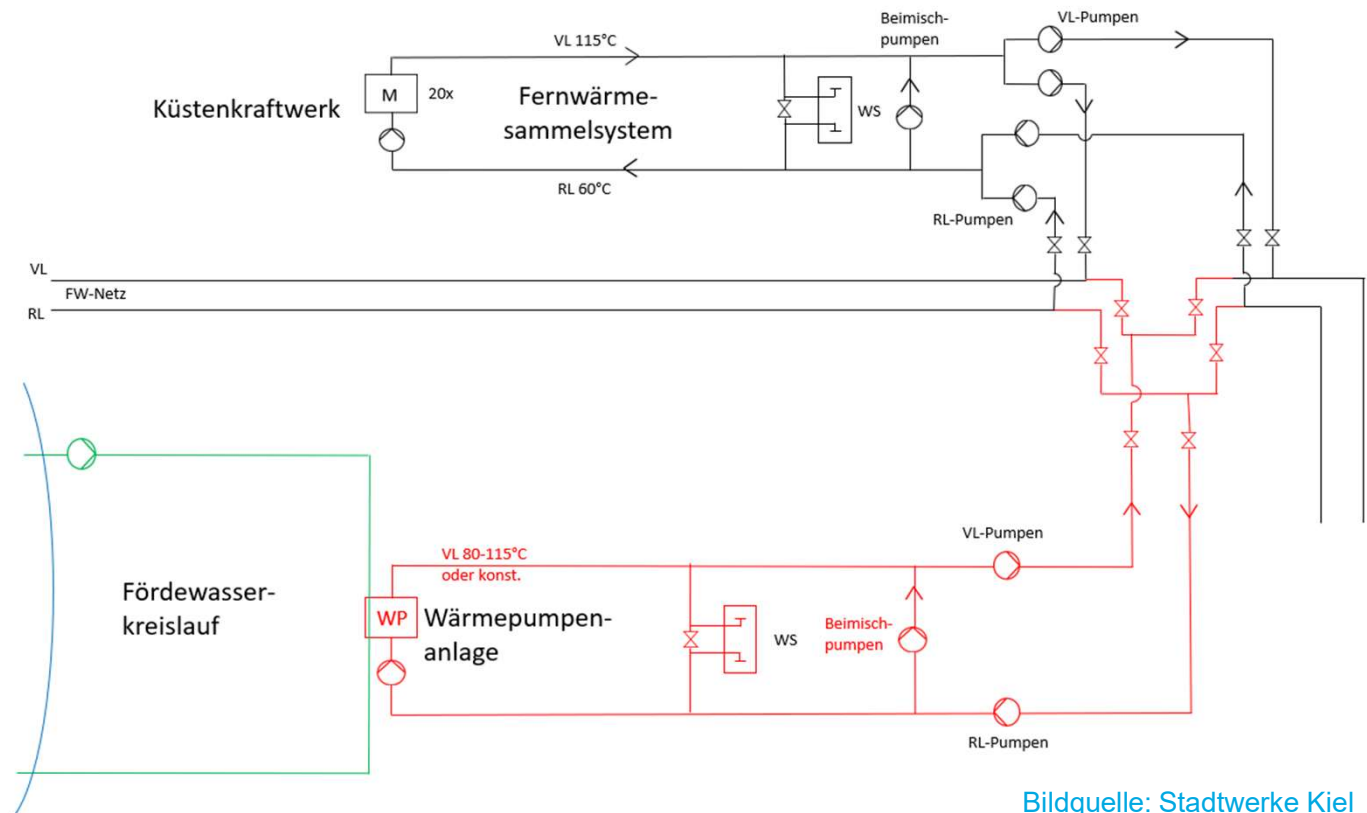
Vorhabenfläche



Technisches Konzept (2/7)

Konzeptidee - Einbindung Fernwärme

- Thermische Anbindung über eine neue Pumpenhalle auf dem Gelände des GKK
- Limitierungen:
 - Hydraulische FW-Maximalleistung Standort GHKW inkl. HW-Ost max. 5.000 t/h
 - Ca. 320 MW_{th} bei 115 °C / 60 °C



Bildquelle: Stadtwerke Kiel

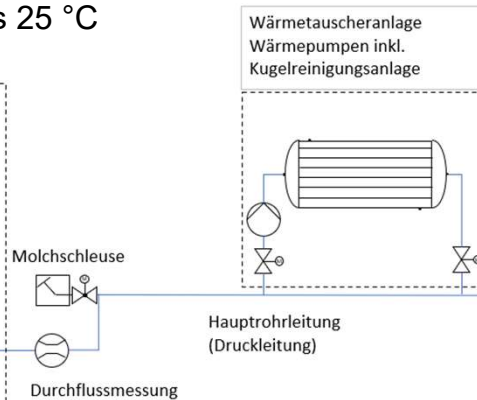
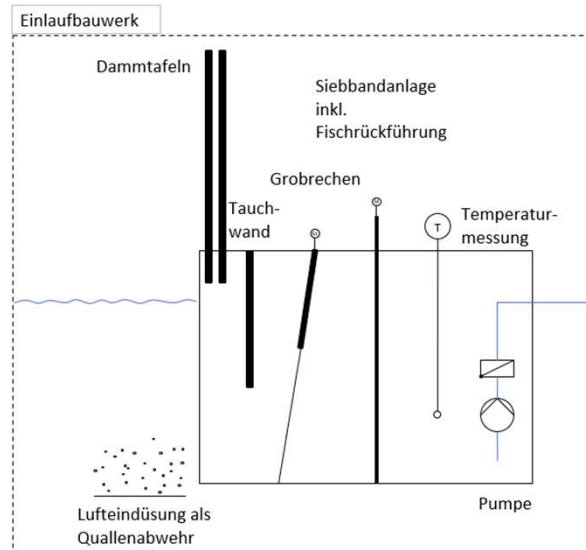
- Elektrische Anbindung über das durch eine Freifeldschaltanlage zu erweiternde Umspannwerk Hasselfelde
- Limitierung:
 - Max. 100 MW_{el} Anschlussleistung



Technisches Konzept (4/7)

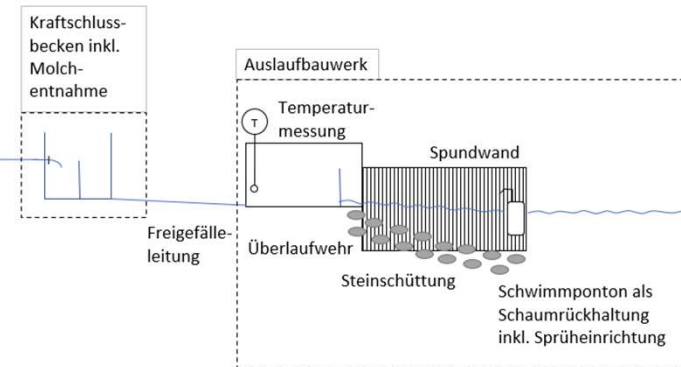
Fördewasserkreis, Wasserbauwerke, Rohrleitungssystem, Kraftschlussbecken

- Fördewasserkreis (allgemein) (FWK)
 - 50.000 t/h Volumenstrom / 2 x 50 %
 - Einsatz von Bioziden gegen biologisches Wachstum ausgeschlossen!
 - Ansaugtemperaturen ca. 1,5 °C bis 25 °C



- Rohrleitungssystem
 - PE oder GFK
 - Strömungsgeschwindigkeit Min. > 1,6 m/s / Max. ca. 3,5 m/s
 - Rohrleitungsnennweite ca. 2 x DN 1600
 - Molchbare Hauptleitungen

- Wasserbauwerke
 - Sanierung der Bauwerke / Auskleidung mit PE-Platten
 - Neuausrüstung mit Dammtafeln und vertikalen Rohrgehäusepumpen
 - Fischschutzkonzept mit Grobrechen und Feinrechen als Multi-Disc-Anlage mit Fischrückführung

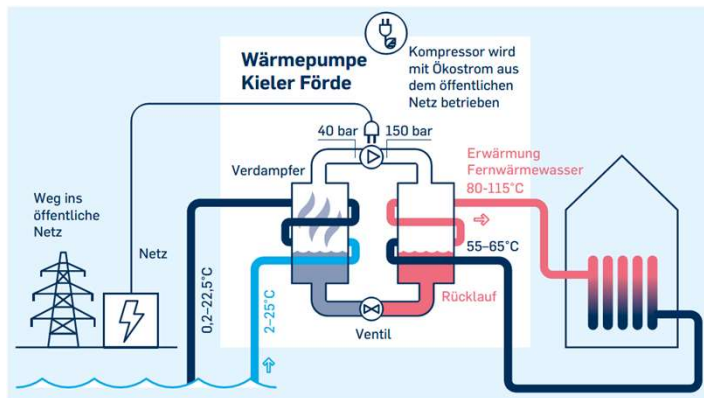


Bildquelle: Stadtwerke Kiel

Technisches Konzept (5/7)

Wärmepumpenanlagen

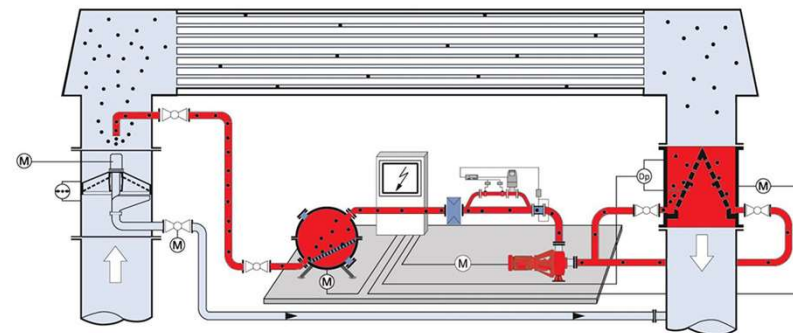
- 2 Ausbaustufen je ca. 50 MW_{th} FW-Output - Zweite Ausbaustufe als Option, ggf. auch zeitgleich mit erster Ausbaustufe
- Jede Ausbaustufe besteht aus mehreren Wärmepumpenmodulen
- FW-Vorlauftemperatur (80 °C S / 115 °C W)
- FW-Rücklauftemperatur (65 °C S / 55 °C W)



Bildquelle: Stadtwerke Kiel

Wärmetauscher FWK / WP

- Bei Kältemittel mit WGK mit Sicherheitskreis / Sicherheitswärmeübertrager (AwSV §34)
- Rohrbündelwärmetauscher
- Seewasser auf Rohrseite (Biologisches Wachstum, mögliche automatische Reinigung)
- Kugelreinigungsanlage (Beispiel siehe Darstellung)



Bildquelle: Taprogge

Technisches Konzept (6/7)

Herausforderung: Das „richtige“ Kältemittel

- Hohe Vorlauftemperaturanforderung
→ CO2
- Hohe Rücklauftemperaturen / Effizienz
→ kein CO2
- Umweltverträglichkeit / Gefährdungspotential
→ kein NH3 / Isobutan
- REACH / Verbot PFAS
→ Kein R1234ze(E)
- Verfügbare Technologie / Marktlage
→ keine Festlegung auf Kältemittel, um überhaupt Wettbewerb zu ermöglichen

Kältemittelbewertung

	R1234ze(E)	CO2 / R744	NH3 / R717	Isobutan / R600a
Toxizität	Gering	Nicht toxisch	Mittel	Gering
WGK	1	0	2	0
Brennbarkeit	Langsam brennbar	Nicht brennbar	hoch	Sehr hoch
ASHARE	A2L	A1	B2	A3
ODP / GWP	0 / ~1	0 / 1	0 / <1	0 / 3
Mengen StörfallIV	-	-	50t / 200t	10t / 50t
Mengen BlmschG	-	-	3t (V)	-
Verbot REACH	Auf Verbotsliste	-	-	-
Max. VL-Temp	105-110 °C	~150 °C	125-130 °C	~135 °C
COP 130/60 W3	1,73 (NH)	2,10	2,16	2,2
COP 105/60 W5	2,54	2,15	2,46	2,5
COP 90/60 W8	2,86	2,24	2,78	2,8
COP 105/50 W5	2,56	2,55	2,49	2,5
COP 90/50 W8	2,91	2,7	2,83	2,8-2,9

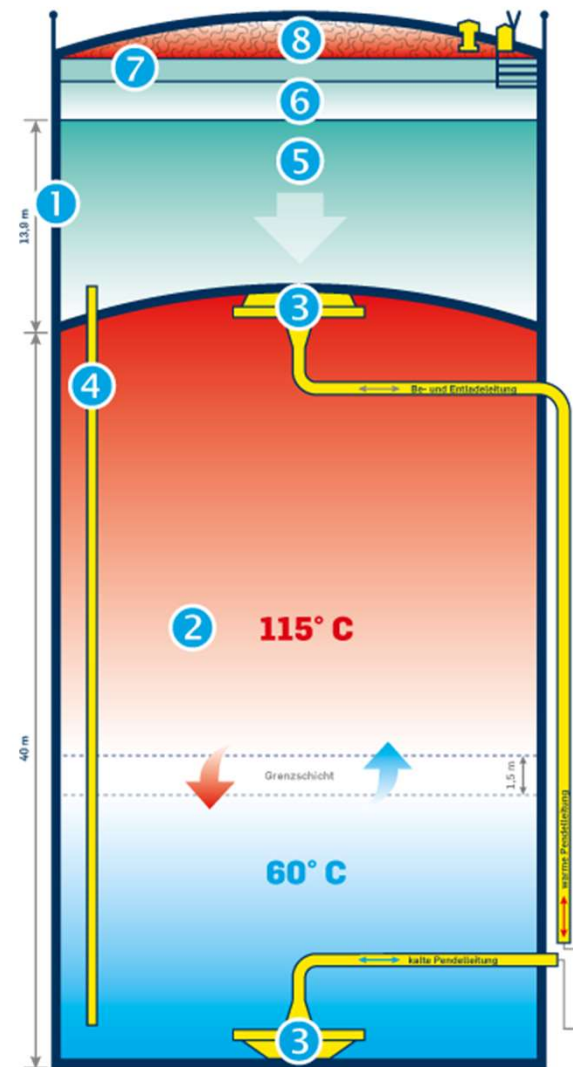
Anbieter

	R1234ze(E)	CO2 / R744	NH3 / R717	Isobutan / R600a
Siemens Energy	Fokus	Frühe Entwicklung	Nicht bekannt	Vor Markteinführung
MAN Energy Solutions	Ja	Fokus	Ja	Ja
Turboden / Mitsubishi	Ja	Nicht bekannt	Nicht bekannt	Fokus
GEA	Nicht bekannt	Nicht bekannt	Fokus	Nicht bekannt
Friotherm	Fokus	Nicht bekannt	In Prüfung	In Prüfung
Johnson Controls	Ja	Nicht bekannt	Fokus	Bei kleineren Anlagen

Technisches Konzept (7/7)

Wärmespeicher

- 1 oder 2 Zwei-Zonen-Wärmespeicher
- Kein Druckbehälter
- Saisonale Speicherbeladetemperatur
- Hydraulische Einbindung als hydraulische Weiche zur Entkopplung von Wärmepumpen und Fernwärmenetz
- Höhe gemäß vorhandenem Speicher, ca. 60 m
- Speicherkapazität ca. 1500 MWh



Der Wärmespeicher ist im Betriebszustand immer mit Wasser gefüllt
die Mindestfüllhöhe beträgt 53,9 Meter

STADTWERKE KIEL ^{24/7}

1. Speicherhülle
2. Nutzzone
3. Be- und Entladedüsen
4. Volumenausdehnungsleitungen
5. Auflastvolumen
6. Ausdehnungsvolumen
7. Puffervolumen
8. Dampfpolster

Bildquelle: Stadtwerke Kiel

Noch läuft die Vorprojektphase, mit Arbeitsbeginn des Generalplaners startet das Hauptprojekt

- Technische Vorkonzepte
 - Vorentwurf Sanierungskonzept Ein- und Auslaufbauwerk
 - Technischer Vorentwurf Fördewasserkreis
 - Erste Schallprognose auf Basis eines möglichen Aufstellungskonzeptes
- Genehmigungsrechtliche Voruntersuchungen
 - Datengrundlage Fische
 - Wasserseitige Biotopaufnahme
 - Simulationen Wärmeeintrag und -entnahme
 - Fischschutzkonzept
 - Wasserrechtliche Fachgutachten
- Nächste Schritte
 - Weitere Genehmigungen, z.B. Küstenschutzrechtliches Genehmigungsverfahren, Strom- und Schifffahrtpolizeiliche Genehmigung, usw.
 - Planung Grundstücksübergang, Baufeldvorbereitung
 - Suche Generalplaner für Basic Engineering und Erarbeitung Leistungsbeschreibungen

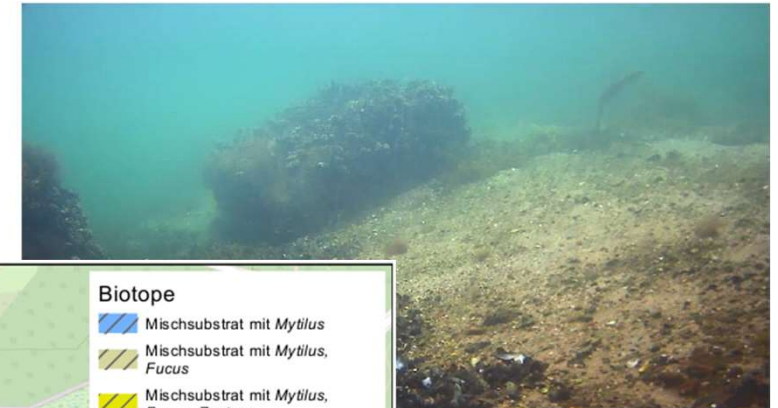
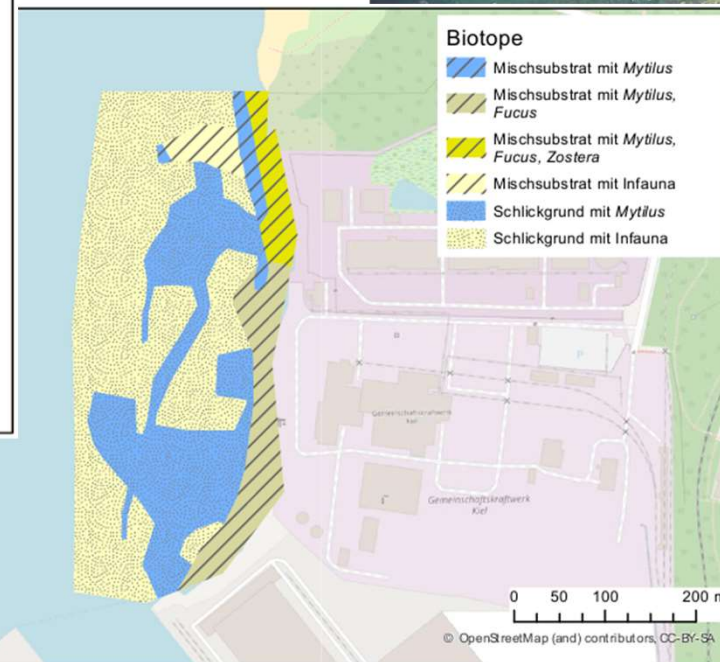
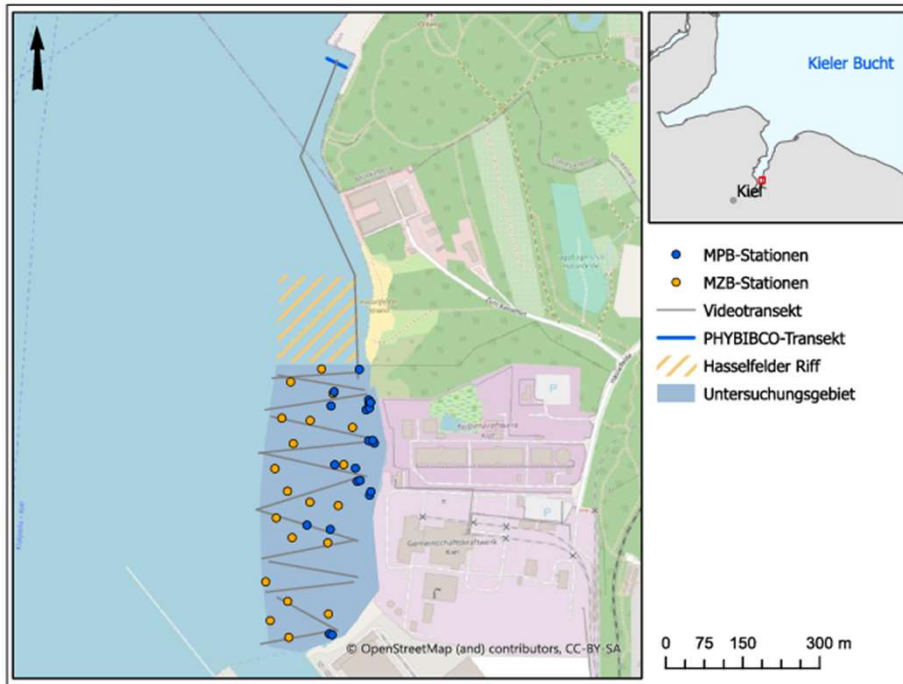
→ Ziel, Genehmigungsrisiken früh zu eliminieren

→ Wasserrechtlicher Erlaubnis Antrag ist eingereicht

→ Bauentscheidung ist noch nicht getroffen

Genehmigungsrechtliche Voruntersuchungen **STADTWERKE KIEL** ^{24/7}

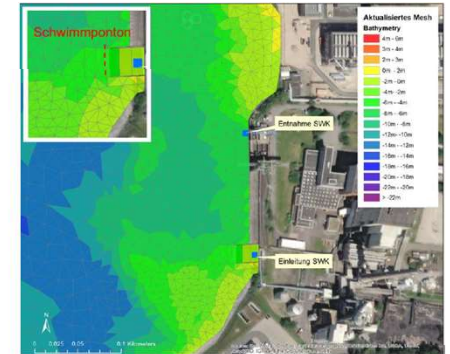
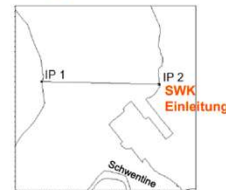
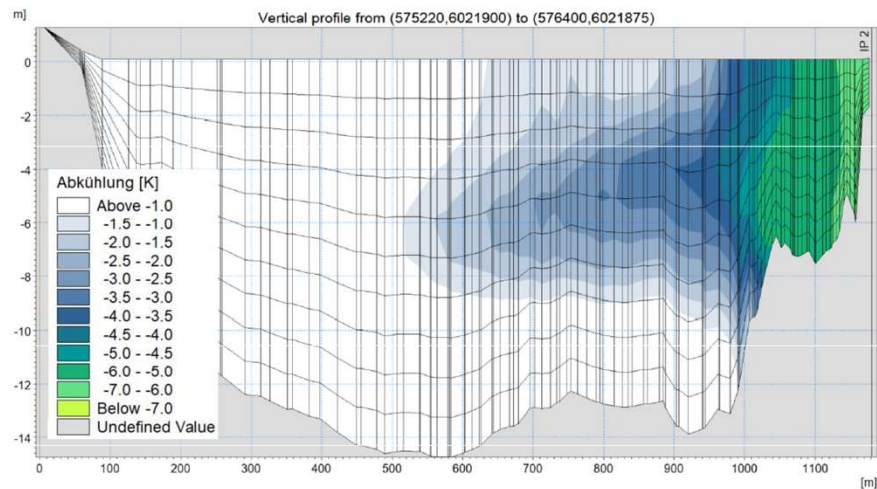
Beispiel: Biotoptypenkartierung durch Marilim



Genehmigungsrechtliche Voruntersuchungen **STADTWERKE KIEL** ^{24/7}

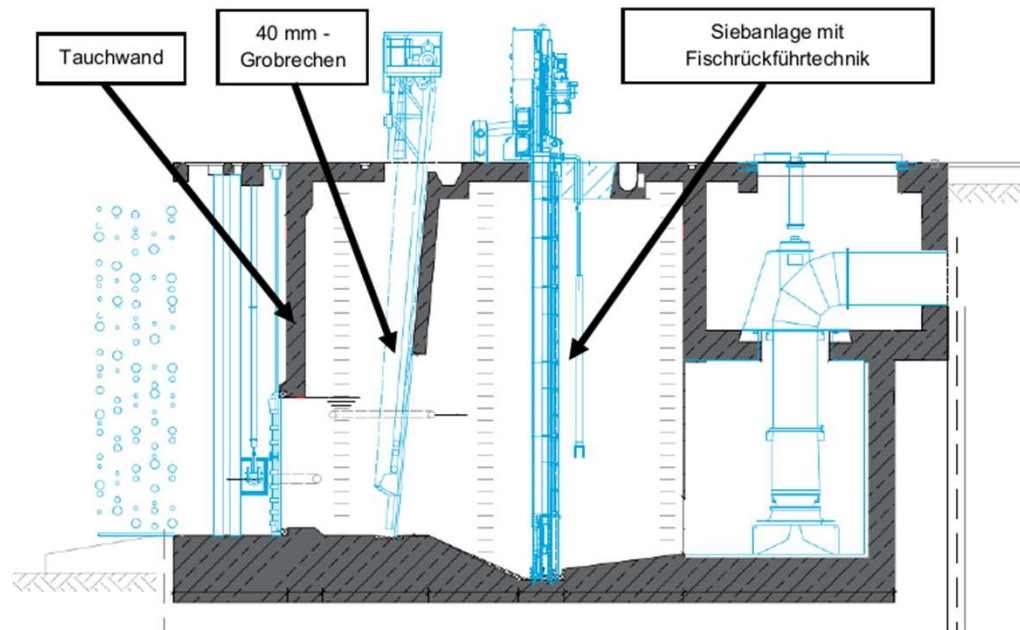
Beispiel: Simulation Umweltwärmeentnahme durch Großwärmepumpen

Temperaturveränderung im Gesamtzeitraum - Maximale Änderung
(Querschnitt Höhe Einleitung)

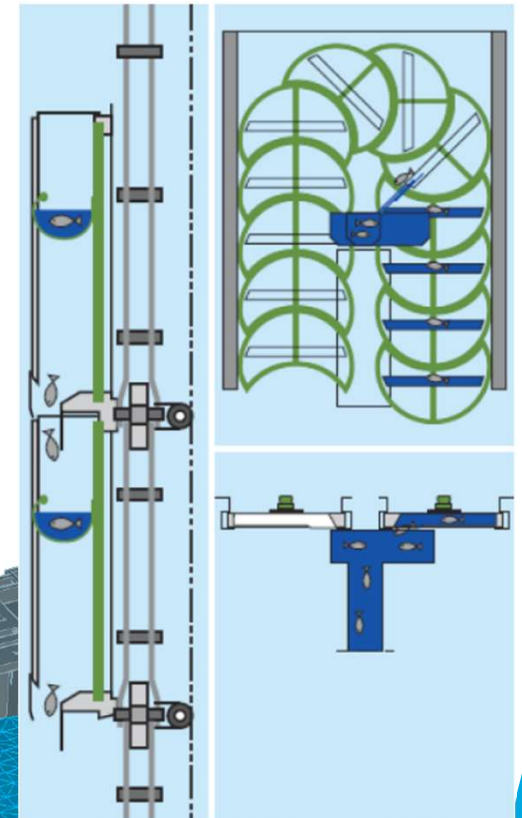
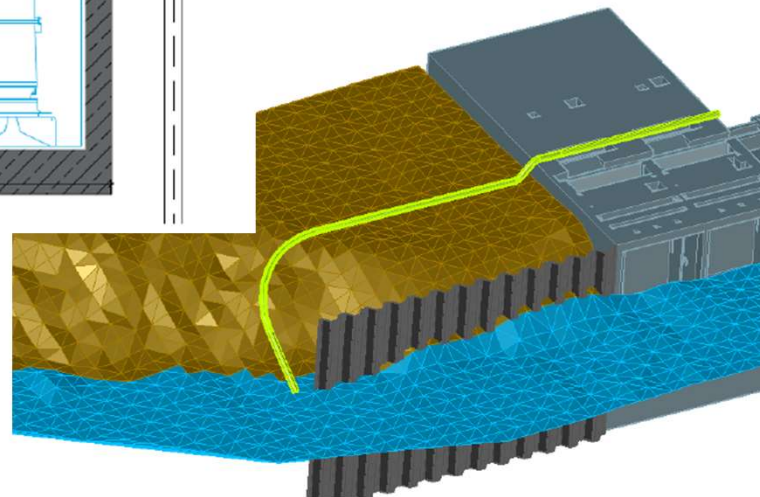


Genehmigungsrechtliche Voruntersuchungen **STADTWERKE KIEL** ^{24/7}

Beispiel: Fischschutzkonzept



Bilderquelle: B2K



Bildquelle: Passavant & Geiger

Energie-, Weltwirtschaft und Förderkulisse

- Sehr volatiler Energiemarkt mit großen Unsicherheiten
- Sehr volatile Rohstoffmärkte mit großen Unsicherheiten
- BEW-Förderung noch mit vielen Fragezeichen und zu „unhandlich“ für Großprojekte
 - Unternehmensweite Maßnahmenpakete
 - Vergabe erst nach Zuwendungsbescheid
 - Befristete Bewilligungszeiträume
- Bürgschaften vom Land reichen nicht für die Finanzierung

Herausforderungen:

- **Finalisierung der Projektprämissen**
- **Festlegung eines belastbaren Projektterminplans**
- **Wirtschaftlichkeitsberechnung des Projektes**

Vielen Dank! Gibt es Fragen?

STADTWERKE KIEL ^{24/7}

Referent:

Bennet Bricks

Erzeugung - Betrieb / Instandhaltung - Ausführungsplanung / Bau Anlagen
Projektentwickler „Energieversorgung“

Tel +49 (0) 431 / 5 94-20 80

Mobil +49 (0) 160 / 88 63 932

bennet.bricks@stadtwerke-kiel.de