

# Ersatz HKW Wedel durch Energiepark Hafen

Energienetzbeirat, Behörde für Umwelt und Energie, Hamburg den 24.10.2019

*Herr Dr. Beckereit*

## WEITERES VORGEHEN

### Start der Umsetzung ab Dezember 2018



- › Hinterfragen der Eingangsvoraussetzungen – Wärmebedarf
- › Hinterfragen der Berechnungsgrundlage – Energiemarktszenario
- › Hinterfragen der anzuschließenden Einzeltechnologien
- › Definition und Konkretisierung der zu untersuchenden Varianten
- › Variantenuntersuchung (Bewertung)
- › Variantenentscheidung

Bildquelle: Agentur Meilensteine

**B E T**

Hamburg, 29. November 2018

**12**



# Agenda

- 1. Variantenuntersuchung Erzeugungskonzept**
2. Energiepark Hafen
3. Aquiferspeicher
4. Fernwärmesystem Hamburg 2025 / 2030

# Übersicht der im Frühjahr 2019 untersuchten Varianten

	Variante G0	Variante G1	Variante G2	Variante G3
Technische Differenzierung	<p><b><u>BASISVARIANTE 2018</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Gasturbinen je 35 MW<sub>th</sub></li> <li>• 1 Dampfturbine mit 45 MW<sub>el</sub></li> <li>• Rauchgaskondensation</li> <li>• Speicher, P2H,...</li> </ul> <p><b>Total: 283 MW<sub>th</sub> und 115 MW<sub>el</sub></b></p>	<p><b><u>AUSLEGUNGSVARIANTE</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Gasturbinen je 35 MW<sub>th</sub></li> <li>• 1 Dampferzeuger 51 MW</li> <li>• 1 Dampfturbine mit 45 MW<sub>el</sub></li> <li>• Rauchgaskondensation</li> <li>• Speicher, P2H,...</li> </ul> <p><b>Total: 283 MW<sub>th</sub> und 115 MW<sub>el</sub></b></p>	<p><b><u>WENIGER STROM</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Gasturbinen zu 50 MW<sub>th</sub></li> <li>• 2 Dampferzeuger je 60 MW</li> <li>• 1 Dampfturbine mit 44 MW<sub>el</sub></li> <li>• Rauchgaskondensation</li> <li>• Speicher, P2H,...</li> </ul> <p><b>Total: 283 MW<sub>th</sub> und 94 MW<sub>el</sub></b></p>	<p><b><u>MEHR STROM</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Gasturbinen je 35 MW<sub>th</sub></li> <li>• 1 Dampferzeuger zu 30 MW</li> <li>• 1 Dampfturbine mit 56 MW<sub>el</sub></li> <li>• Speicher, P2H,...</li> </ul> <p><b>Total: 283 MW<sub>th</sub> und 161 MW<sub>el</sub></b></p>
	Qualitative Differenzierung		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mittlere Stromproduktion</li> <li>• Flexibilität bzgl. der Einbindung von EE-Wärme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromproduktion geringer</li> <li>• Invest geringer</li> <li>• CO<sub>2</sub> Emissionen höher</li> </ul>



# Die untersuchen Varianten im Vergleich mit neuer Variante G1\*

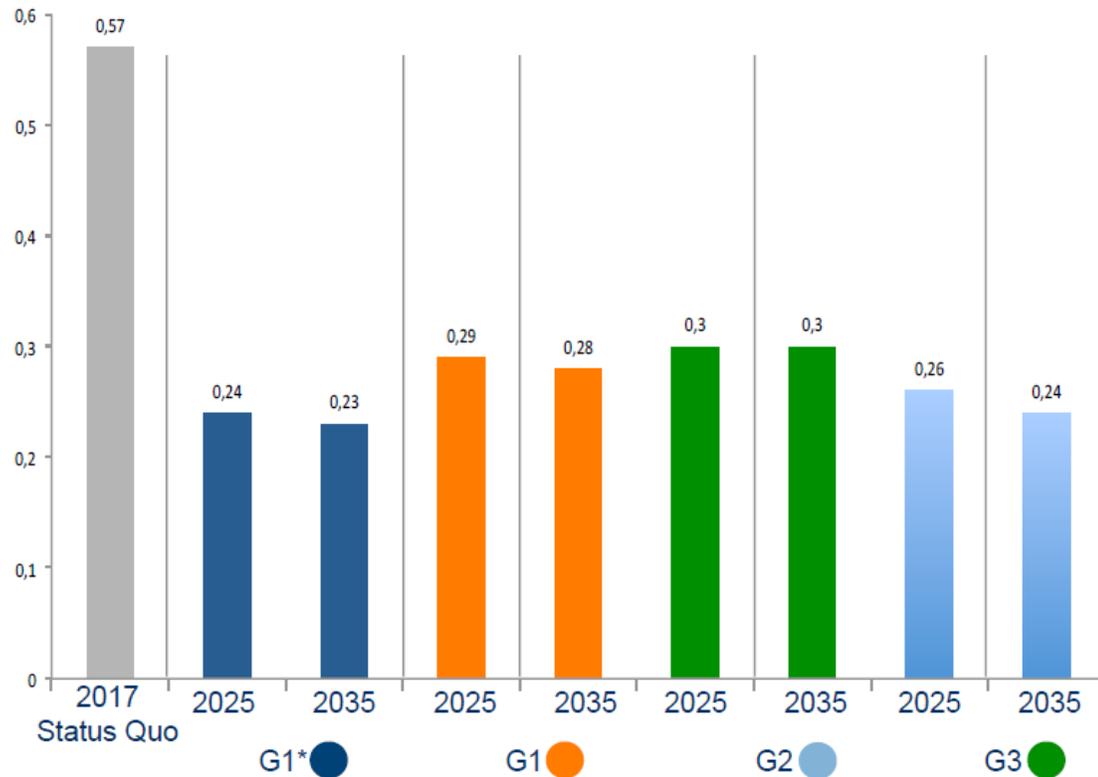
		G1*	G1	G2	G3
Feuerungsleistung	[MW]	400	297	268	400
Thermische Leistung	[MW]	283	283	283	283
Elektrische Leistung	[MW]	165	115	94	161
Investitionskosten	[Mio. €]	322	300	282	330
KWK-Förderung*	[Mio. €]	198	138	113	193
CO2-Emissionen der Wärme	[g/kWh]	160	160	160	166

\* Annahme: KWK-Zuschlag von 40€/MWh



# Detailbetrachtung Primärenergiefaktor (PEF)

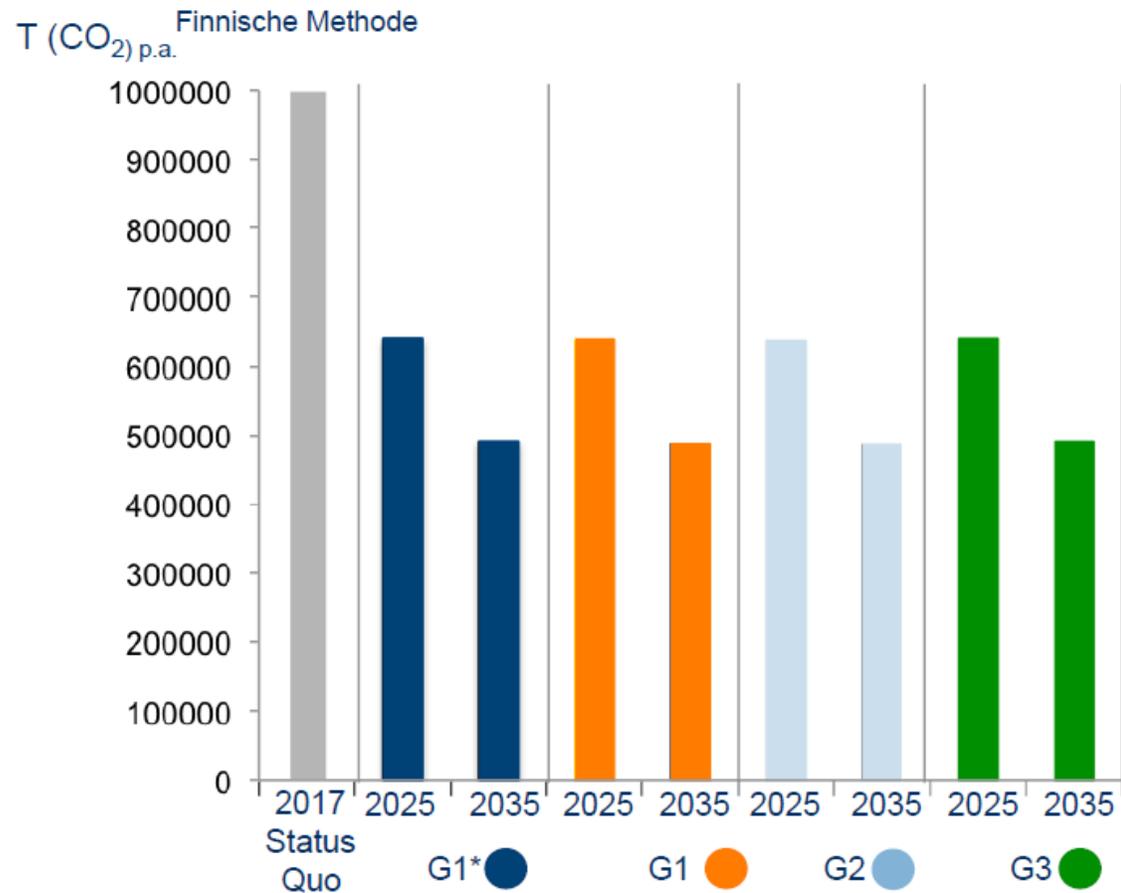
PEF AGFW-Methode



- Der derzeitige Primärenergiefaktor (PEF) des Fernwärmesystems der Wärme Hamburg (WHH) liegt bei 0,57 (zertifizierter Wert)
- Mit dem Ersatz der Kohlewärme aus Wedel geht eine deutliche Verringerung des Primärenergiefaktors auch bei der Variante G1\* auf 0,24 (2025) bzw. 0,23 (2035) einher, die die Reduzierung bei den anderen drei Varianten übertrifft



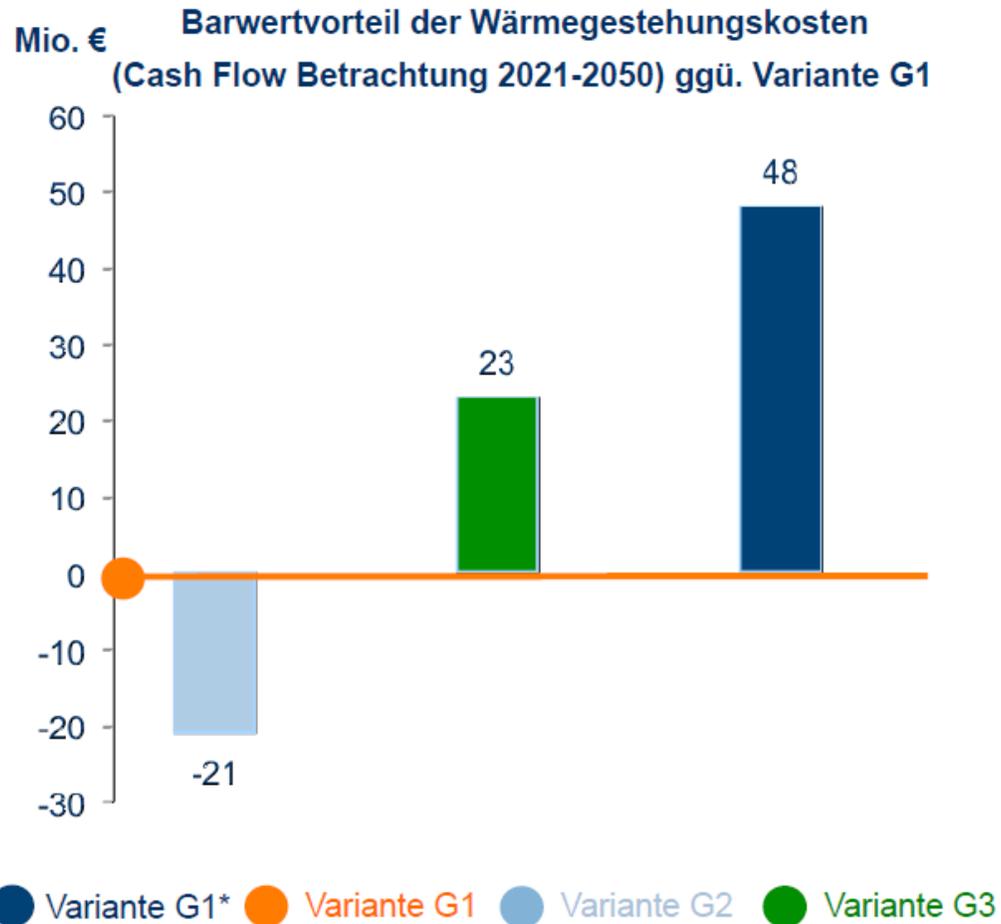
# Größenordnung jährlicher CO<sub>2</sub>-Einsparung



- Wie bei den anderen Varianten wurde bei der Variante G1\* die Finnische Methode zur Ermittlung der Emissionen genutzt
- Es kommt bei der G1\*-Variante durch die Abschaltung des Kraftwerks Wedel zu einer Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 36% gegenüber dem Status quo
- Dies entspricht einem absolutem Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen um ca. 360.000 t/a



# Barwertvergleich im Detail



## Vergleichsanalyse

- Für die Vergleichsanalyse zwischen den Varianten G1, G1\*, G2 und G3 wird die Variante G1 als Referenzvariante herangezogen und die Barwertdifferenz zu den beiden anderen Varianten ermittelt
- Die Analyse bezieht sich auf den Barwert<sup>1)</sup> der Delta Cash Flows der gesamten Wärmegestehungskosten (variable Kosten, Fixkosten und Investitionskosten)
- Positive Werte stellen einen Barwertvorteil (geringere Wärmegestehungskosten) gegenüber G1 dar

## Ergebnisse

- Die Variante G1\* kommt im mittlerem Energiemarktszenario auf die geringsten Wärmegestehungskosten und weist gegenüber Variante G1 einen Vorteil von ca. 48 Mio. € auf.
- Im Vergleich zum Barwert der Gesamtkosten der Wärmeerzeugung von mehr als 1 Mrd. € sind die Unterschiede zwischen den Varianten sehr gering

# Übersicht der unterschiedlichen Varianten

		Variante G1*	Variante G1	Variante G2	Variante G3
Technische Differenzierung		<p><b><u>VORZUGSVARIANTE</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Gasturbinen bis 50 MW<sub>th</sub></li> <li>• 1 Dampferzeuger 25 MW</li> <li>• 1 Dampfturbine mit 55 MW<sub>el</sub></li> <li>• Rauchgaskondensation</li> <li>• Speicher, P2H,...</li> </ul> <p><b>Total: 283 MW<sub>th</sub> 165 MW<sub>el</sub></b></p>	<p><b><u>AUSLEGUNGSVARIANTE</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 Gasturbinen je 35 MW<sub>th</sub></li> <li>• 1 Dampferzeuger 51 MW</li> <li>• 1 Dampfturbine mit 45 MW<sub>el</sub></li> <li>• Rauchgaskondensation</li> <li>• Speicher, P2H,...</li> </ul> <p><b>Total: 283 MW<sub>th</sub> 115 MW<sub>el</sub></b></p>	<p><b><u>WENIGER STROM</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Gasturbinen zu 50 MW<sub>th</sub></li> <li>• 2 Dampferzeuger je 60 MW</li> <li>• 1 Dampfturbine mit 44 MW<sub>el</sub></li> <li>• Rauchgaskondensation</li> <li>• Speicher, P2H,...</li> </ul> <p><b>Total: 283 MW<sub>th</sub> 94 MW<sub>el</sub></b></p>	<p><b><u>MEHR STROM</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Gasturbinen je 35 MW<sub>th</sub></li> <li>• 1 Dampferzeuger zu 30 MW</li> <li>• 1 Dampfturbine mit 56 MW<sub>el</sub></li> <li>• Speicher, P2H,...</li> </ul> <p><b>Total: 283 MW<sub>th</sub> 161 MW<sub>el</sub></b></p>
	Qualitative Differenzierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissionsminderungspotential</li> <li>• H2-readyness</li> <li>• Hohe Flexibilität</li> <li>• Ausbaureserve für Wachstum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mittlere Stromproduktion</li> <li>• Flexibilität bzgl. der Einbindung von EE-Wärme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromproduktion geringer</li> <li>• Invest geringer</li> <li>• CO<sub>2</sub> Emissionen höher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stromproduktion höher</li> <li>• Hoher Platzbedarf wegen 3 Turbinen</li> <li>• CO<sub>2</sub> Emissionen geringer</li> </ul>

# Zusammenfassung der Ergebnisse

## Wirtschaftlichkeit

- G1\* mit besserer Wirtschaftlichkeit ggü. bisherigen Alternativen durch niedrigeren Capex bei vergleichbarer Stromproduktion zu G3

## Einbindung grüner Wärmen

- Grüne Wärmen weiterhin mit Mindestmengen eingebunden
- Künftige, zusätzliche Kapazitäten gut einzubinden

## Ökologie

- Spezifische ökologische Kennzahlen vorteilhaft: niedrigerer PEF und CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Wärmeproduktion im Vergleich zu anderen Varianten

## Effizienz, Flexibilität und Erweiterbarkeit

- Hocheffiziente Anlagentechnik, flexibel einsetzbare Komponenten und bessere Erweiterbarkeit als Variante G3 durch geringeren Platzbedarf

**G1\*-Variante beste Anlage um die Anforderungen an den Ersatz Wedel unter Einbindung klimaneutraler Wärmen**



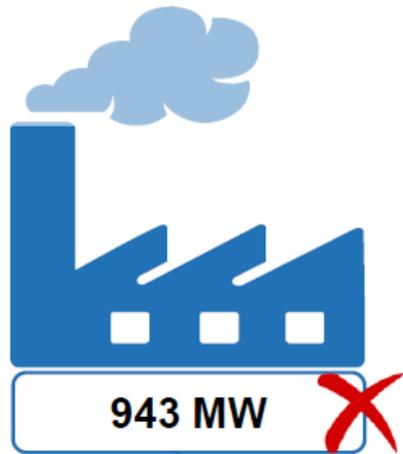
# Agenda

1. Variantenuntersuchung Erzeugungskonzept
2. **Energiepark Hafen**
3. Aquiferspeicher
4. Fernwärmesystem Hamburg 2025 / 2030

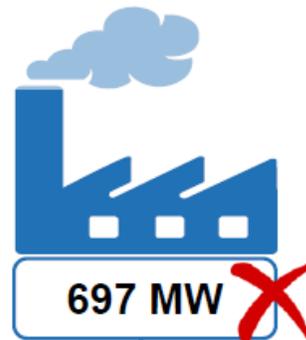
# Ersatz Wedel durch Energiepark Hafen führt zu deutlich kleineren Brennstoffbedarf

Großer Beitrag zur grünen Transformation Hamburgs durch Einbindung klimaneutraler Wärmen

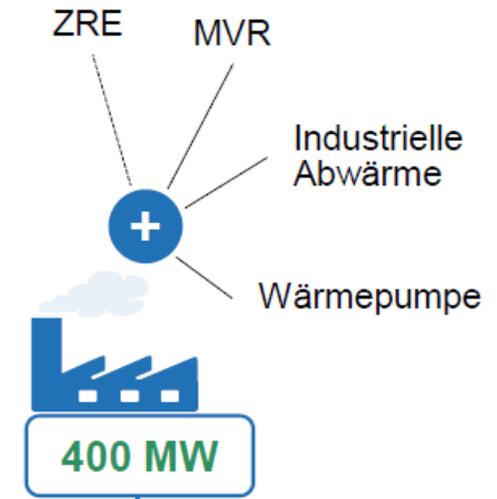
**GuD Wedel**  
(frühere Planung)



**HKW Wedel**  
(bisher)



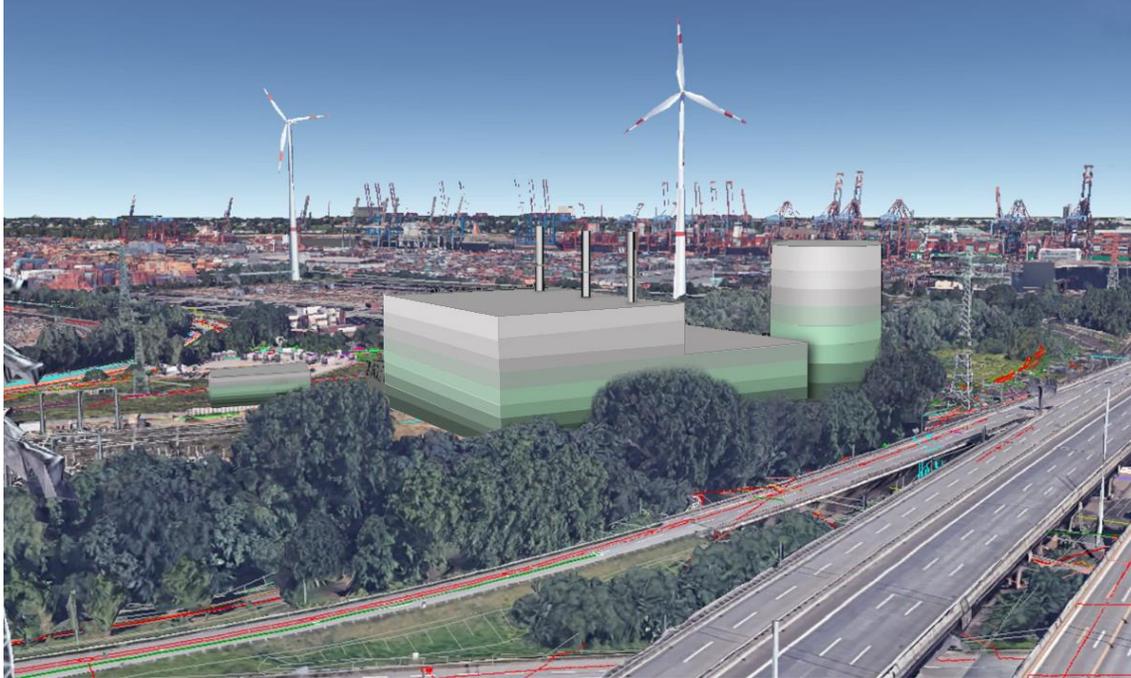
**Energiepark Hafen**



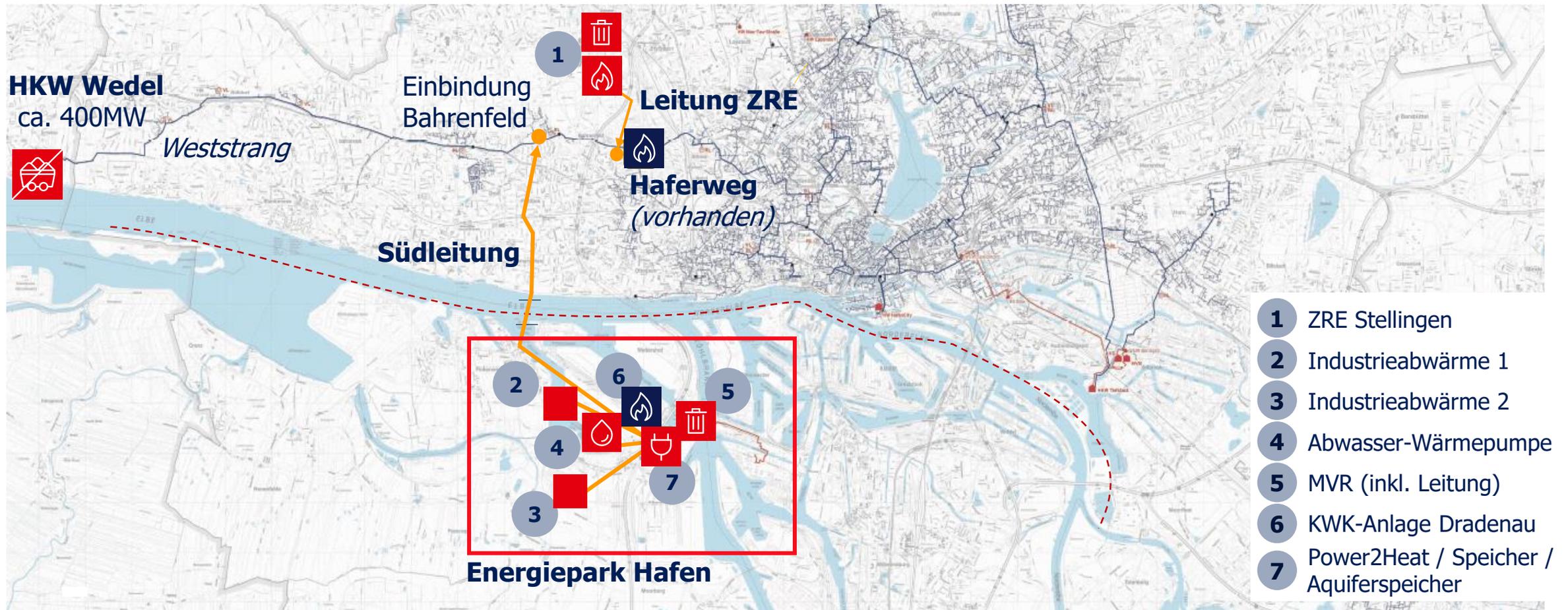
Brennstoffbedarf

# Einbindung der GuD in die Industrielandschaft des Hafens

Visualisierung GuD-Anlage im Energiepark Hafen (Standort Dradenau) und Aufstellplanung



# Gesamtkonzept „Energiepark Hafen“ – Verbundsystem durch Einbindung klimaneutraler Wärmen sowie flexibles GuD an der Dradenau



# Wärmeerzeugung durch klimaneutrale Wärmen in Zukunft stark steigend

## Arbeit & Leistung der Anlagen im Projekt\*

Anlagen	Leistung (MW)	Arbeit (GWh/a)
Industrielle Abwärme	Rund 17	<b>100 - 120</b>
Abwasser-Wärmepumpe	30	<b>100 - 160</b>
KWK-Anlage	230**	<b>530</b>
Power2Heat	20	< <b>10</b> (Besicherung)
MVR	40	<b>130 - 230</b>
ZRE Stellingen	60	<b>350</b>
Heizwerk Haferweg	50	<b>10</b>
Aquifer-Speicher	Genauere Zahlen zum Einsatz noch in der Berechnung	

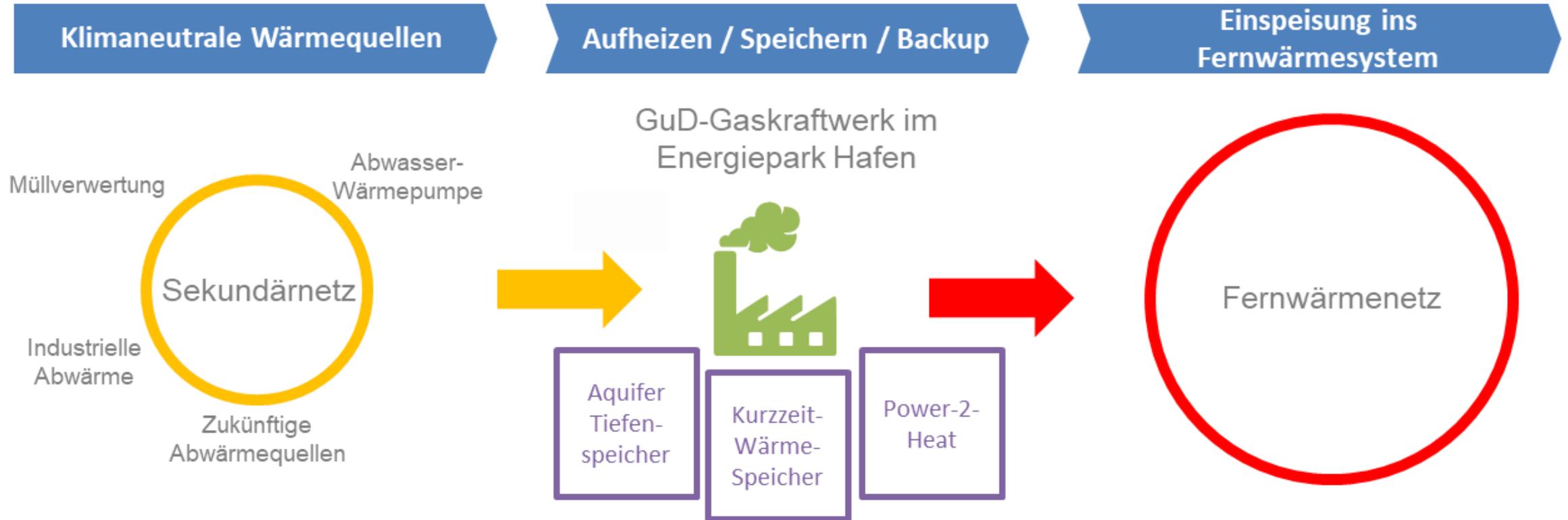
\*Alle Zahlendaten sind Richtwerte

\*\* Fernwärmeleistung im KWK-Betrieb (Feuerungswärmeleistung 400)

**Über 55% aus klimaneutraler Abwärme:  
690 GWh/a von 1.240 GWh/a**

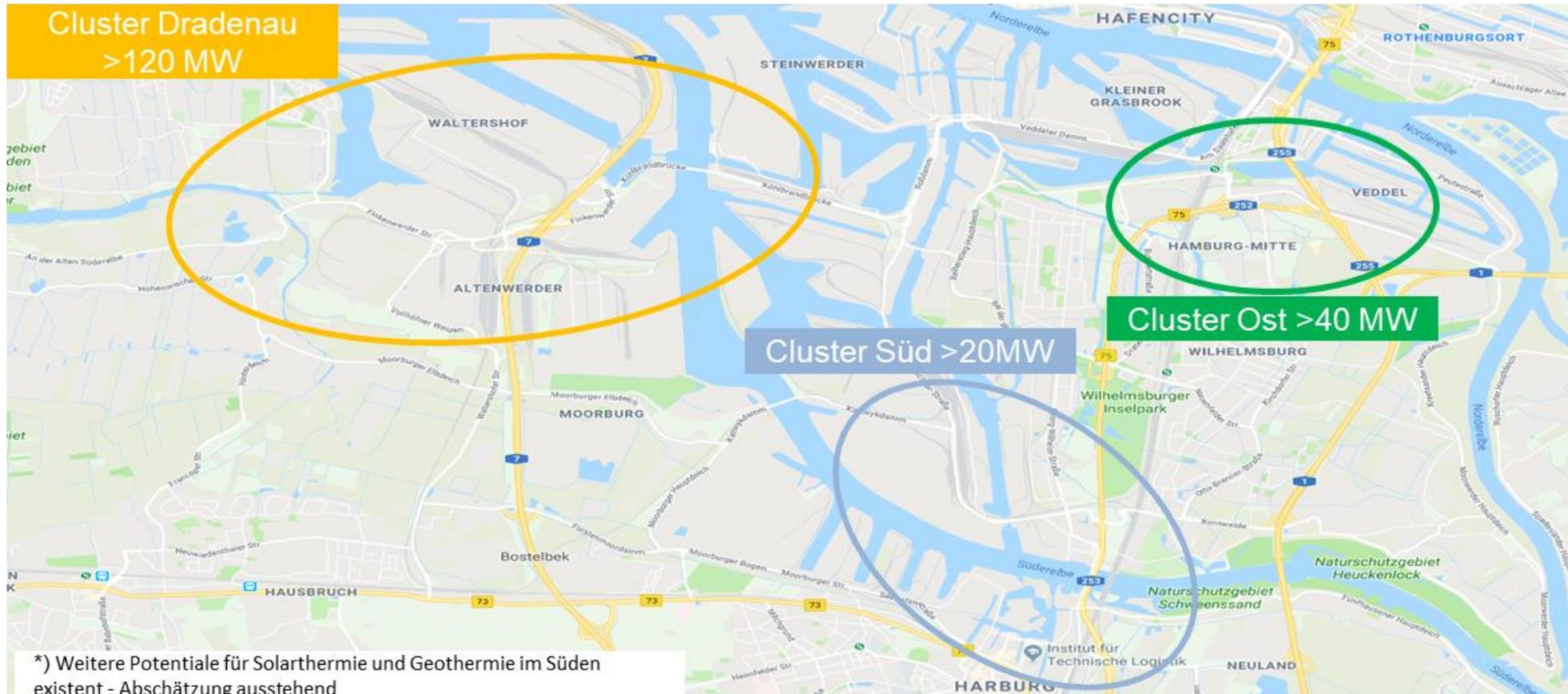


# Anlage ermöglicht Einbindung und Speicherung klimaneutraler Wärmequellen im Hamburger Süden

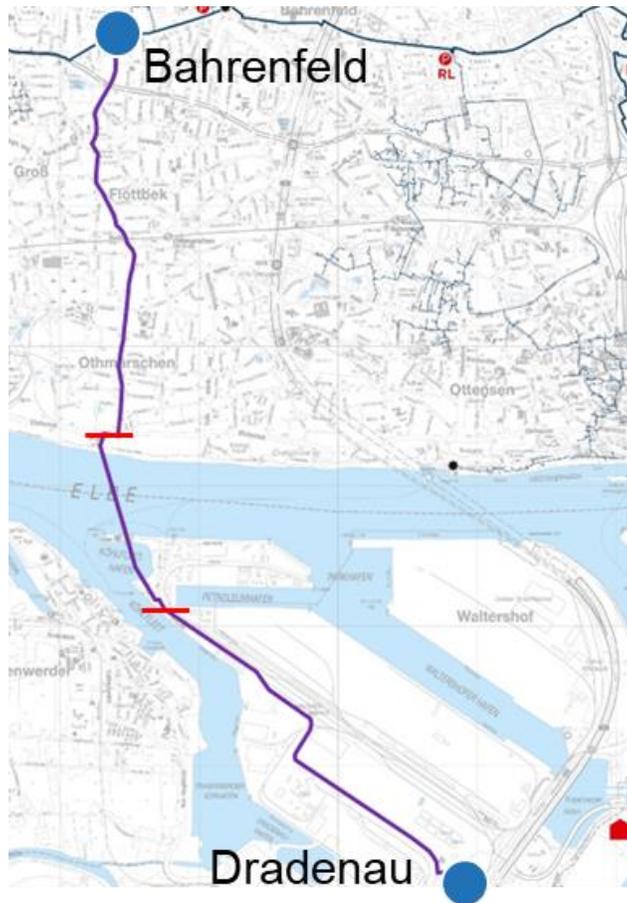


# Ausbau-Potential\* – Abwärme aus dem Hafen könnte bis zu 60.000 weitere Wohneinheiten versorgen

Wärme Hamburg möchte weitere ungenutzte Abwärme-Potentiale erschließen und lädt Industrie-unternehmen zur Kontaktaufnahme ein, um die Hamburger Energiewende mitzugestalten



# Die Südleitung: Anbindung der Wärmequellen mit Tunnel unter der Elbe



**Leitungsführung in 3 Abschnitten, Gesamtlänge ca. 7,5 km**

**Geplante Leitungsführung Südleitung (Vorzugsvariante):**

- Startpunkt an der KWK-Anlage neben dem Klärwerk Dradenau
- Tunnel unter der Elbe, weiter durch Othmarschen und Gr. Flottbek
- Anschluss an Fernwärmenetz in Bahrenfeld
  
- **Start Öffentlichkeitsbeteiligung** zur Südleitung seit September 2019
- Bau ausschließlich im öffentlichen Straßenraum
- Keine privaten Flächen erforderlich
- Einschränkungen nur durch Kurzzeit-Baustellen
- Fällung von nur 45-60 Bäumen auf gesamter Länge, alle werden ersetzt

# Investition in die Wärmewende

## Kostenschätzungen nach derzeitigem Planungsstand

### Investition & Betrieb durch Wärme Hamburg

- **KWK-Anlage Dradenau** inkl. Power2Heat und Kurzzeit-Wärmespeicher
- **Südleitung** und Anbindungsleitungen MVR/ZRE
- Heizwerk Haferweg (Bestand)

**Investition für eigene Anlagen:**  
ca. € 550 Mio.

### Kooperation Wärme Hamburg mit öffentlichen Unternehmen und Industrie

- Kooperation mit **Hamburg Wasser und Hamburg Energie** bei:
    - Abwasser-Wärmepumpe
    - Aquiferspeicher
  - Industrielle Abwärme
- Stadtreinigung / Vattenfall:
    - Anlagentechnik **MVR**
    - Anlagentechnik **ZRE Stellingen\***

**Investition für Wärmeabgabe:**  
€ 100 Mio. durch Wärme Hamburg  
€ 100 Mio. durch Dritte / öffentliche Unternehmen

Die Investitionskosten für den Energiepark Hafen belaufen sich Stand jetzt auf ca. **750 Mio Euro**

Der Betrieb des HKW-Wedel erfordert bis zur Abschaltung zusätzliche Erhaltens-Investitionen von ca. 60 Mio. €

\*die ZRE der Stadtreinigung ist eine abfallwirtschaftliche Anlage, die ausgekoppelt für die Fernwärme genutzt werden kann



# Agenda

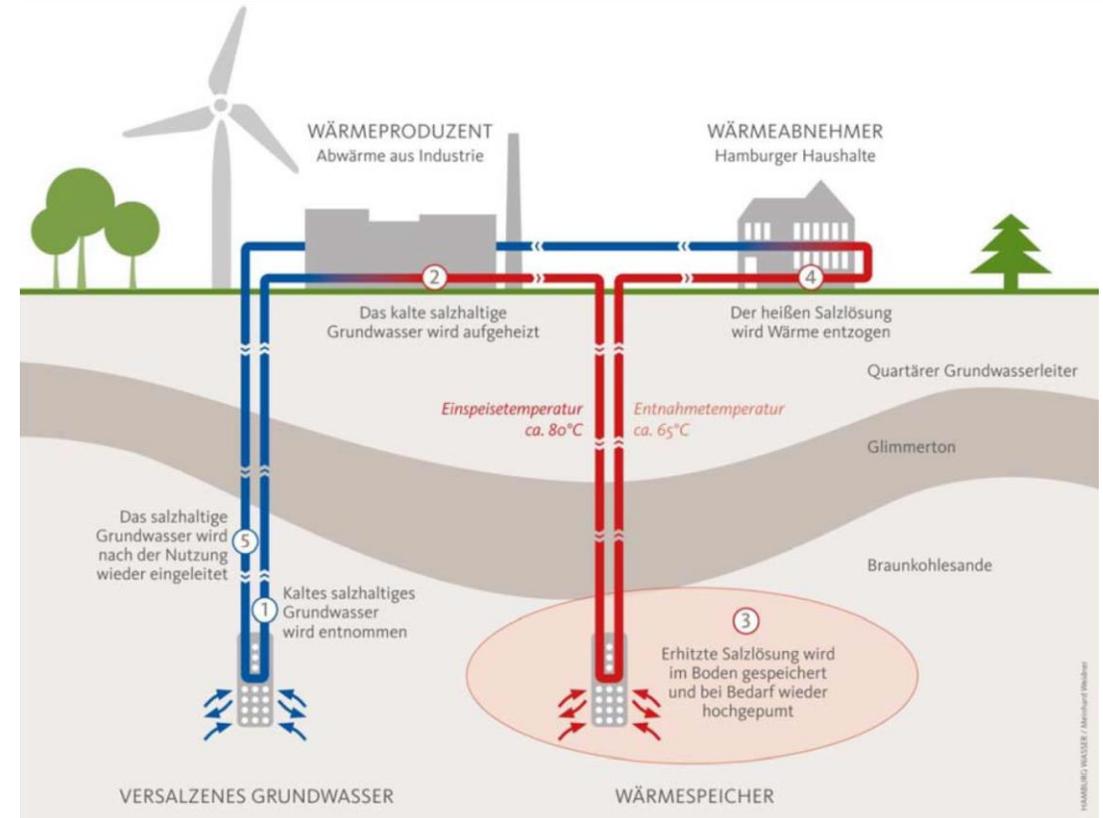
1. Variantenuntersuchung Erzeugungskonzept
2. Energiepark Hafen
3. **Aquiferspeicher**
4. Fernwärmesystem Hamburg 2025 / 2030

# Aquifer als saisonaler Speicher für das Hamburger Fernwärmenetz

## Aquiferspeicher

- Potential der saisonalen Speicherung von überschüssiger klimaneutraler Wärme im Sommer und Nutzung in der Heizperiode
- Erfolgreicher Testbohrung auf der **Dradenau**
  - Nachweis geologischer Machbarkeit
- Realisierung eines Speichers auch am **Standort Tiefstack** denkbar
  - Dort ist schon jetzt ungenutzte Müll- und Prozesswärme vorhanden

## Funktionsprinzip

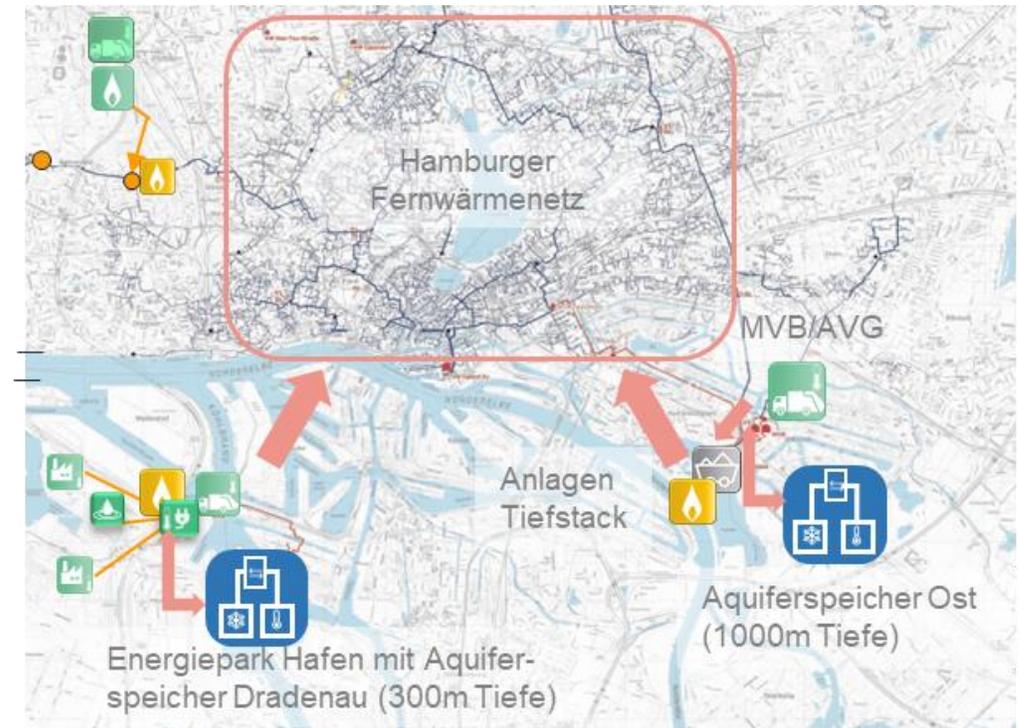


# Aquifer als saisonaler Speicher für das Hamburger Fernwärmenetz

## Aquiferspeicher Standorte

- Aquiferspeicher können generell an verschiedenen Standorten sinnvoll genutzt werden
- Standorte „Tiefstack“ und „Dradenau“ unterscheiden sich in
  - Genutzter geologischen Formation
  - Notwendiger Verfahrenstechnik aufgrund unterschiedlicher natürlicher Temperaturniveaus
  - Integration in das Fernwärmenetz
- Beide Standorte wirken sich in ihrer Wechselwirkung mit dem System positiv aus  
Beispiel: Aquifer im Osten würde Wärmelieferpotenzial aus dem Sümlink im Sommer erhöhen

## Übersicht Aquiferspeicher in Hamburg<sup>1</sup>



1) Aquiferspeicher auf der Dradenau nach Inbetriebnahme KWK-Anlage möglich

# Agenda

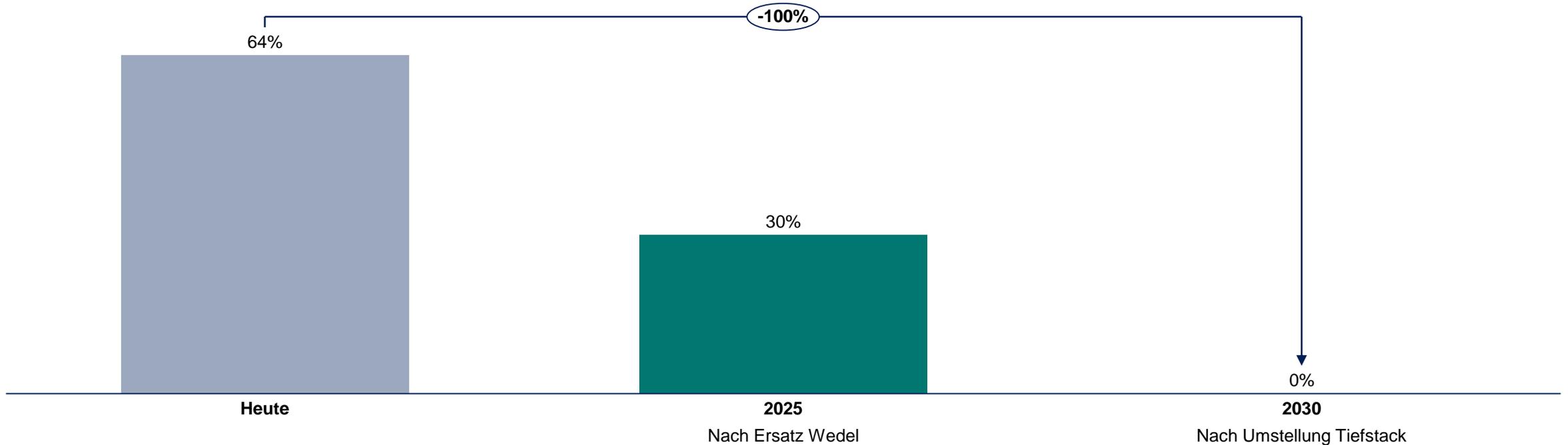
1. Variantenuntersuchung Erzeugungskonzept
2. Energiepark Hafen
3. Aquiferspeicher
4. **Fernwärmesystem Hamburg 2025 / 2030**

# Das Fernwärmesystem Hamburgs 2025



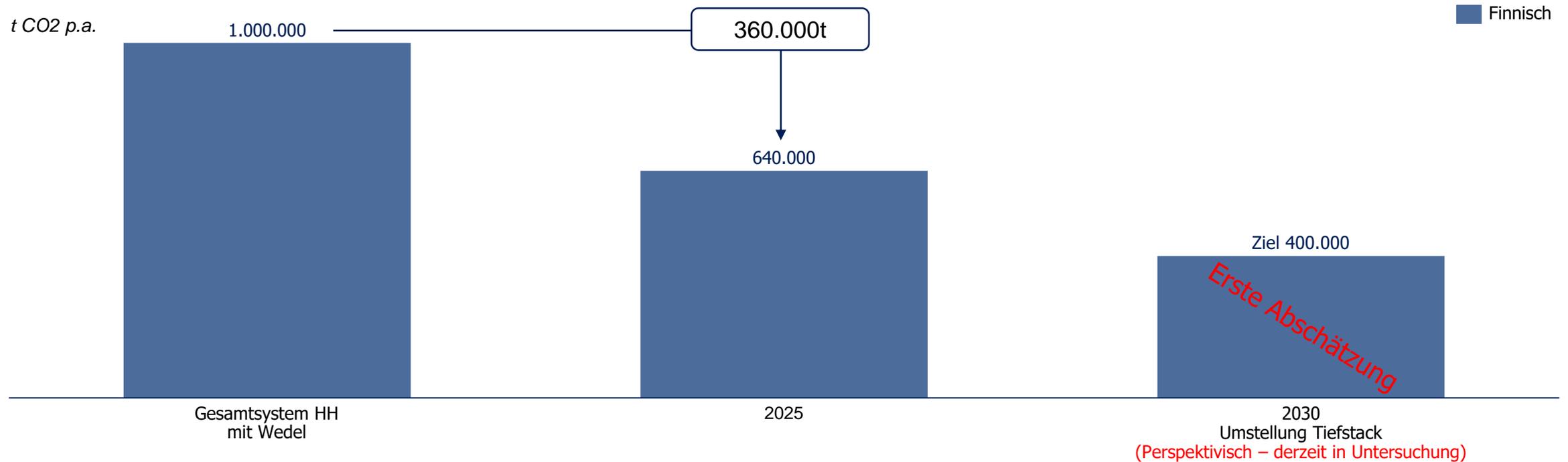
# Hamburger Fernwärmesystem wird innerhalb von 10 Jahren kohlefrei

## Anteil (%) Kohlewärme im Hamburger Fernwärmesystem



# Einsparung von jährlich 360.000t CO<sub>2</sub> durch Energiepark Hafen

## CO<sub>2</sub>-Emissionen: GuD Dradenau und klimaneutrale Wärmquellen



# Kohlefrei, klimaneutral, modular – die Hamburger Fernwärme bekommt ein neues Gesicht

## 1 Kohleausstieg bis 2030

Schluss mit der Erzeugung von Wärme aus Kohle: **Kohlekraftwerk Wedel bis 2025 abgeschaltet**, bis spätestens 2030 Steinkohleverfeuerung am Standort Tiefstack eingestellt. Innerhalb von zehn Jahren Anteil **Kohlewärme von heute 64% auf 0%**.

## 2 Anteil klimaneutraler Wärmen rauf, CO<sub>2</sub> runter

Durch Ersatz des Heizkraftwerks Wedel mit hocheffizientem Gas-KWK und CO<sub>2</sub>-neutraler Wärme von **360.000t CO<sub>2</sub> Einsparung p.a.** Ziel: perspektivisch auch Erdgasanteil durch regenerativ erzeugte Brennstoffe vollständig ersetzen.

## 3 Verbundlösungen für die Zukunft

Statt zwei großer Kohlkraftwerke: in **Zukunft** werden **mehrere kleinere Erzeuger** im Fernwärmesystem ihren Beitrag leisten, wie **Industrielle Abwärme, Wärmepumpen, Power2Heat** etc. Das schafft mehr **Flexibilität** und erhöht die **Versorgungssicherheit**.

## 4 Hamburgs Fernwärme wird innovativ

**Maßnahmen zur Effizienzsteigerung** bei neuen und bestehenden Anlagen geplant, z.B. Nutzung von Abwärme, sowie innovative Komponenten wie kurzzeit- und saisonale **Speicher** (Aquiferspeicher) oder **Power2Heat**.

## 5 Preiswert und bezahlbar

Die Fernwärme der Wärme Hamburg wird ein noch **besseres Produkt für bestehende und künftige Kunden**: trotz verbesserter Ökologie wird sich der **Preis nicht über das Maß der Entwicklung der Brennstoffkosten hinaus verändern**.

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**





**Wärme**  
Hamburg

# Backup

