

MACH2 – FERNWÄRME AUS ABWASSER

WÄRMEPUMPE DRADENAU – Konzept und aktueller Stand

BMWK-Abwärmefachtagung, Hamburg 5.10.2022

Dr. Gunnar Hansen (Hamburg Wasser), Projektleiter

AGENDA

- 01 Ausgangssituation & Projektziel
- 02 Prinzip Wärmepumpe
- 03 Lageplan und Gebäudeentwurf
- 04 Wärmequelle Abwasser
- 05 Randbedingungen
- 06 Fazit



Ausgangssituation 2017

- Mit der Außerbetriebnahme des Heizkraftwerks Wedel entfällt eine Wärmeleistung von 435 MW im Fernwärmenetz, die ersetzt werden muss.
- Gründung der Projektgruppe "Mach3" bei Hamburg Energie mit dem Ziel, durch verschiedene Teilprojekte einen Beitrag zu dieser Aufgabe zu leisten.
- Inzwischen Fortführung der Projekte **Wärmepumpen Dradenau** und **Wärmeauskopplung VERA** im Rahmen von "Mach2" bei Hamburg Wasser.
- Integration in den **Energiepark Hafen**

Projektziel

Ziel des Projekts "Mach2 | Wärmepumpe Dradenau" ist die Gewinnung von Nutzwärme aus dem Kläranlagenablauf zur indirekten Einspeisung in das Fernwärmenetz.

Die erforderliche Temperaturerhöhung soll mittels Großwärmepumpen erfolgen. Die mit den Wärmepumpen gewonnene Wärme wird in einen Heißwasserspeicher eingespeist, der von der HEnW am benachbarten GuDKraftwerk betrieben wird. Der Anlagenverbund bildet dabei ein innovatives Kraft-Wärme-Kopplungssystem ("iKWK-System") gemäß KWKG.

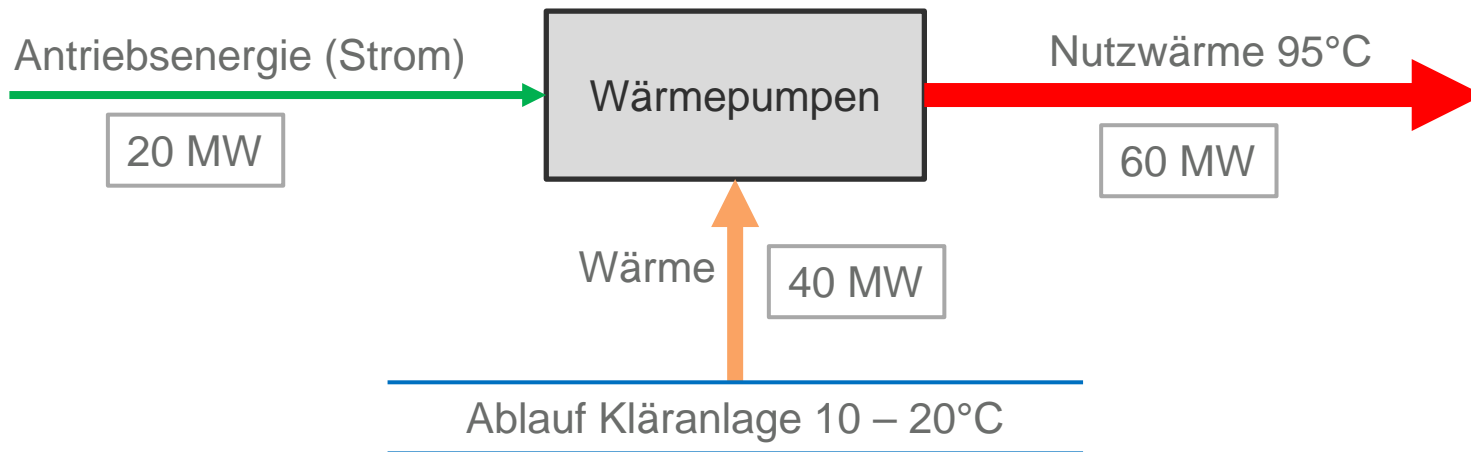
Die vorgesehene Wärmeabgabeleistung beträgt 60 MW mit einer geplanten jährlichen Arbeit von 240-300 GWh/a. Die Heizwassertemperatur am Anlagenausgang ist 95°C.

02 PRINZIP WÄRMEPUMPE



Prinzip Wärmepumpe

- Die Wärmepumpe nimmt Wärme aus der Wärmequelle auf gibt sie bei höherer Temperatur als Nutzwärme wieder ab.
Wärmequelle: Kläranlagenablauf, 10 – 20°C
Nutzwärme: Fernwärmenetz, 95°C
- Kompressionswärmepumpe: Thermodynamischer Kreisprozess mit Kältemittel als Arbeitsmedium. Die Antriebsenergie wird in Wärme umgewandelt und geht in die Nutzwärme ein.



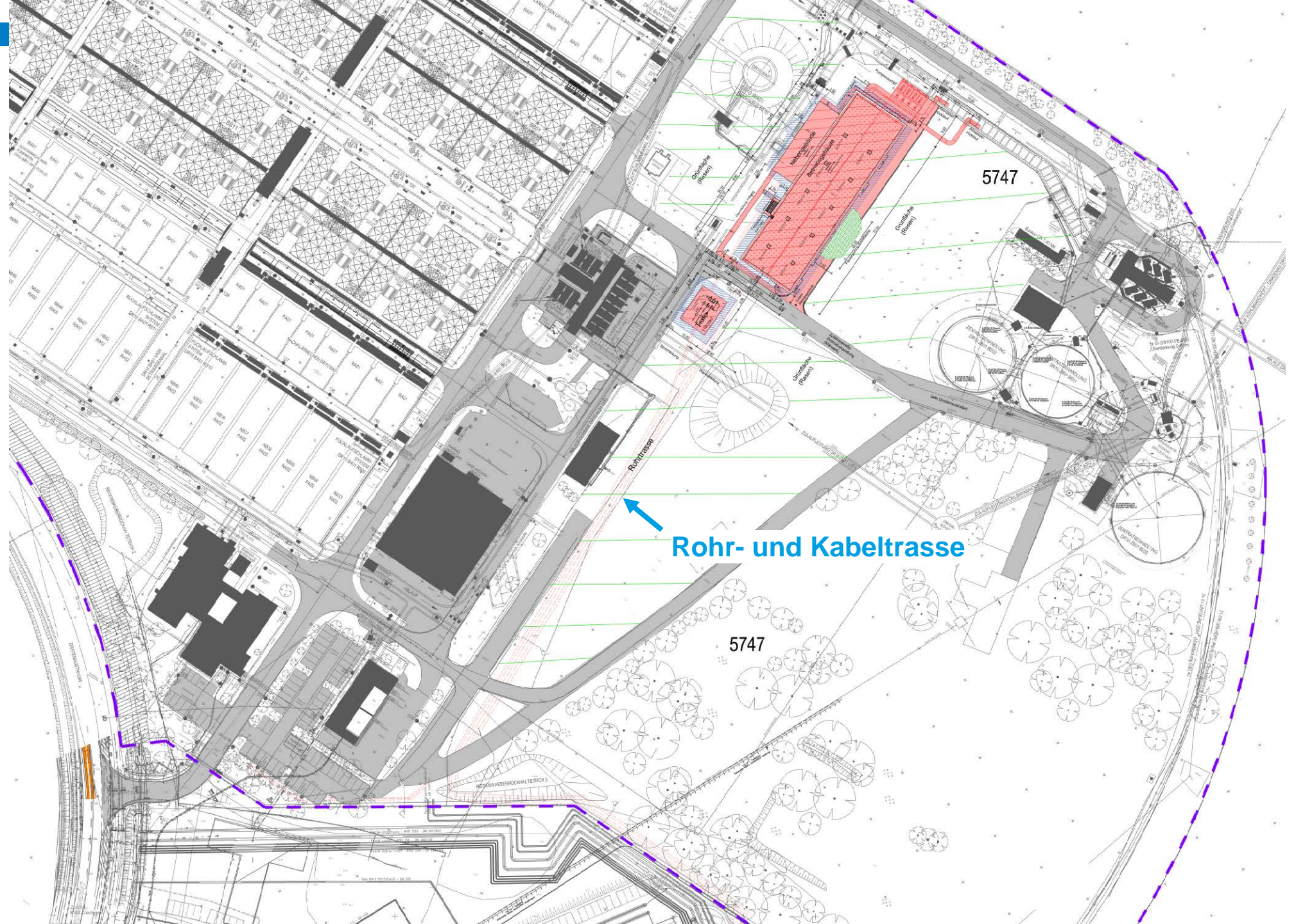
COP = Coefficient of performance:
Wieviel Wärme bekomme ich für die eingesetzte Antriebsenergie?

$$\text{COP} = 60 \text{ MW} / 20 \text{ MW} = 3$$

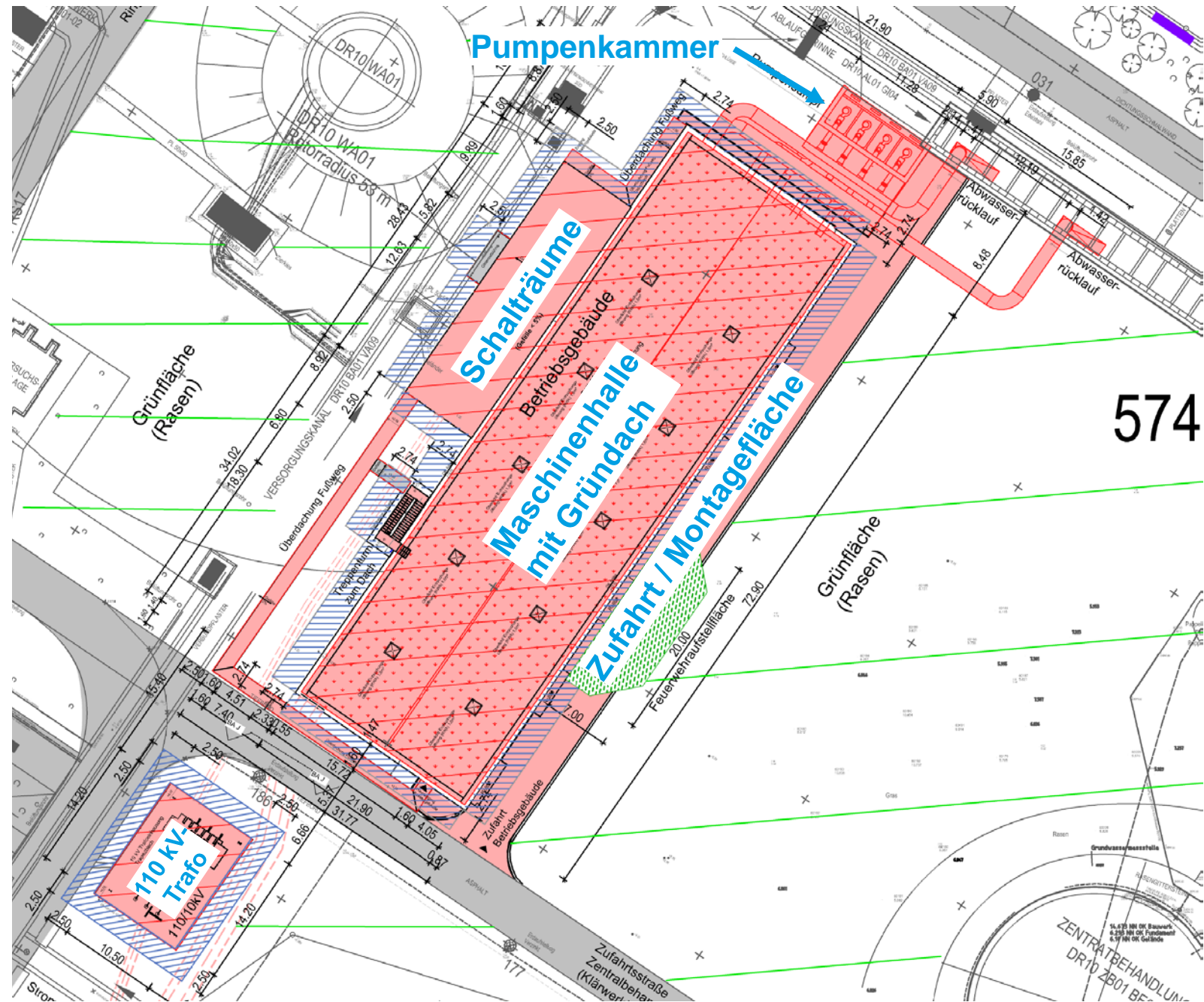
COP sinkt mit steigender
Temperaturdifferenz zwischen
Wärmequelle und Nutzwärmeniveau

03 LAGEPLAN UND GEBÄUDEENTWURF

Lageplan



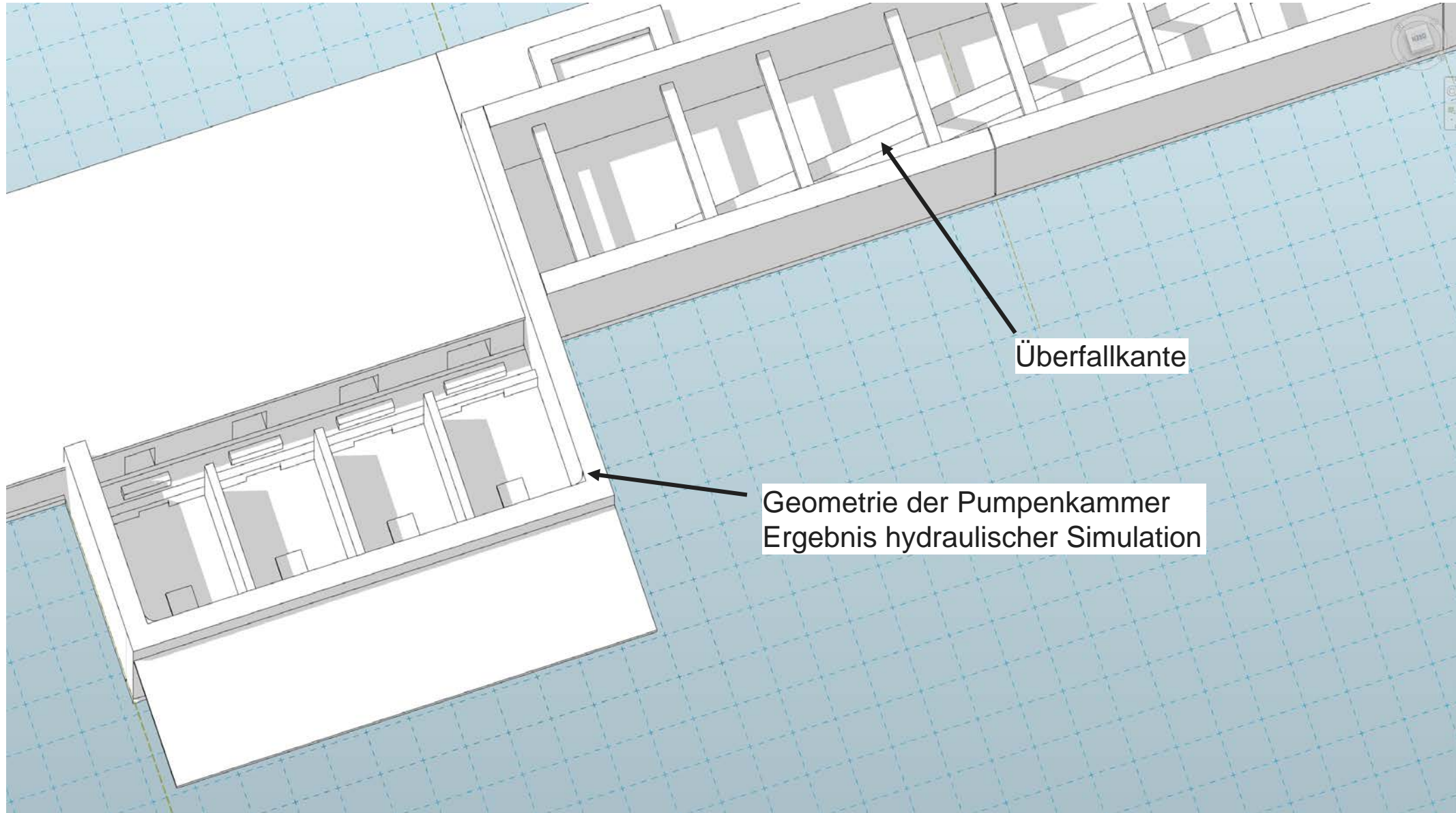
Lageplan (Detail)



Visualisierung



Anschluss Ablaufgerinne



04 WÄRMEQUELLE ABWASSER



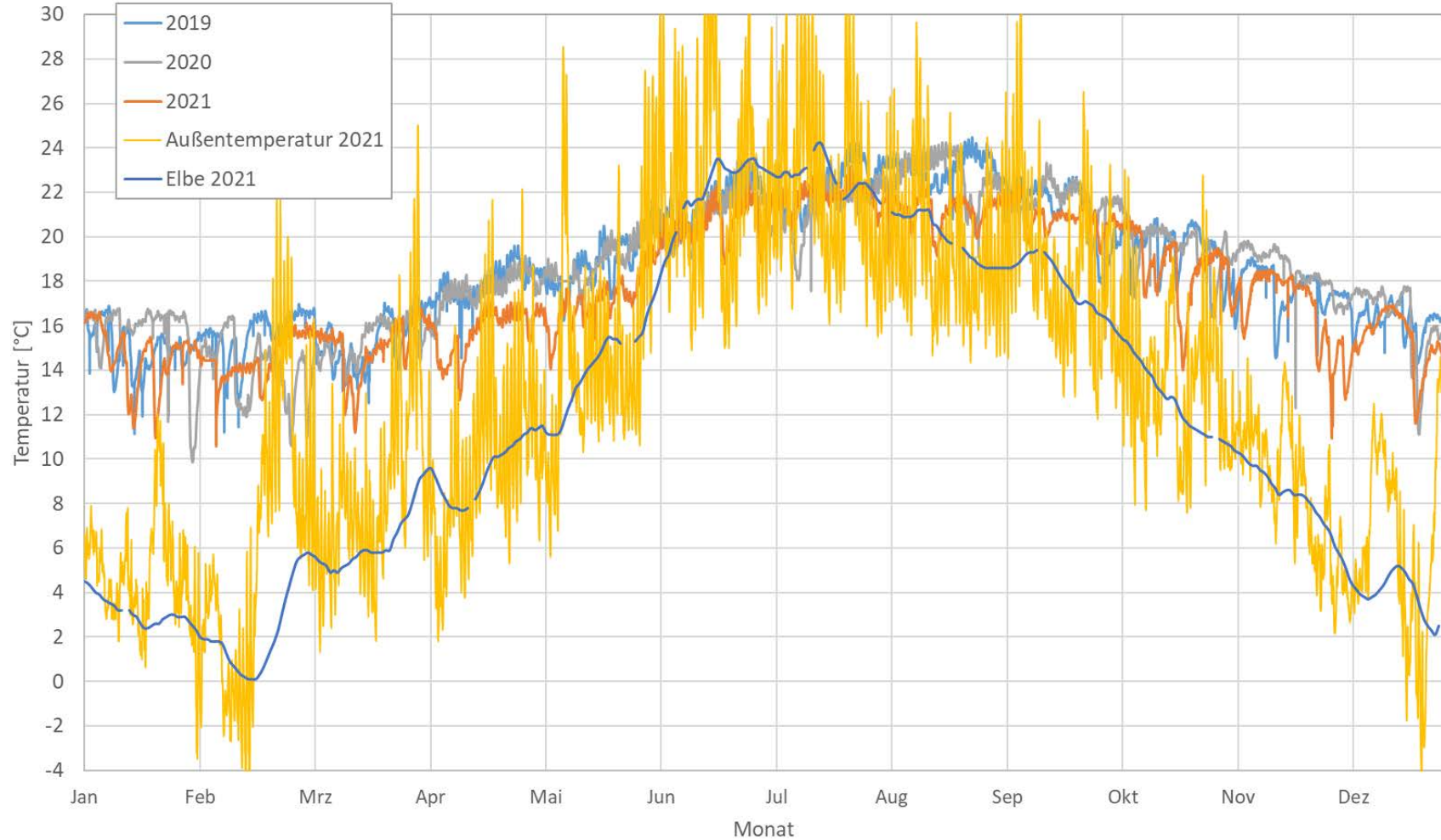
Wärmepotenzial Kläranlagenablauf

Ablauf Dradenau



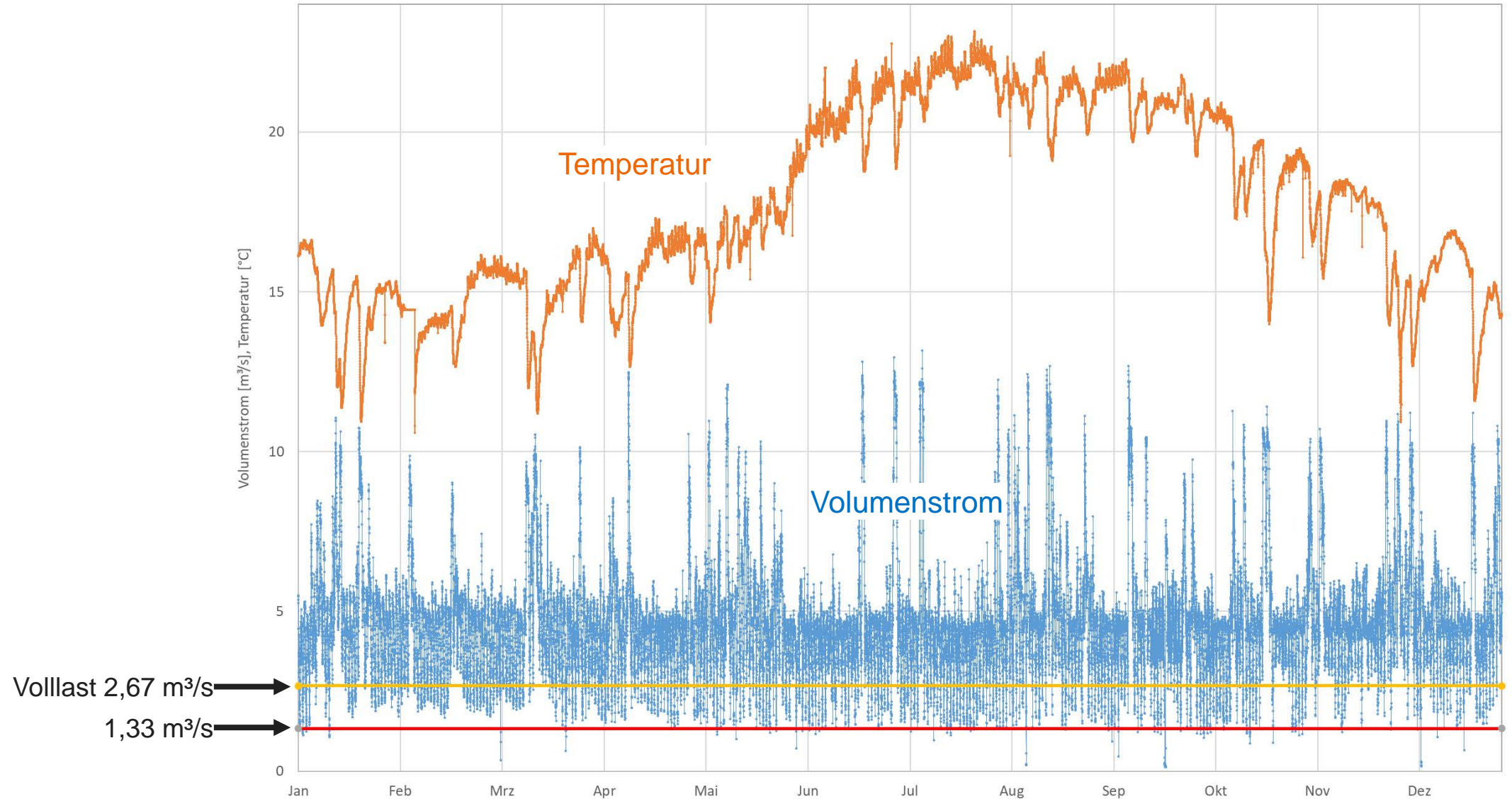
- **Wärmepotenzial Quelle: 40 MW**
bei 4 K Abkühlung,
Volumenstrom 2,67 m³/s
- **Abgabeleistung Wärmepumpen:
60 MW**

Jahresgang Temperatur Ablauf Dradenau / Wärmequelle



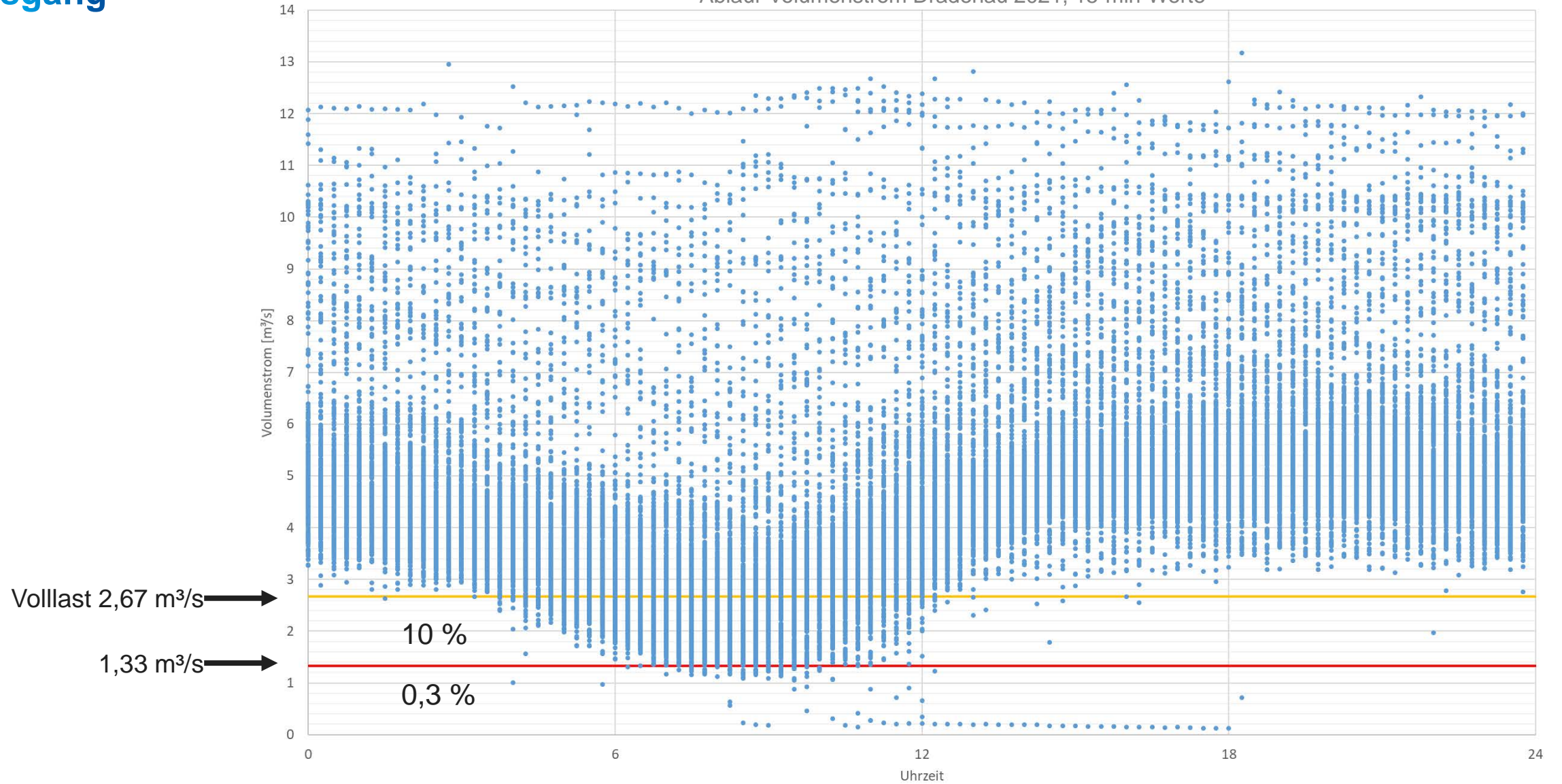
Jahresganglinie

Dradenau Ablauf: Menge und Temperatur 2021

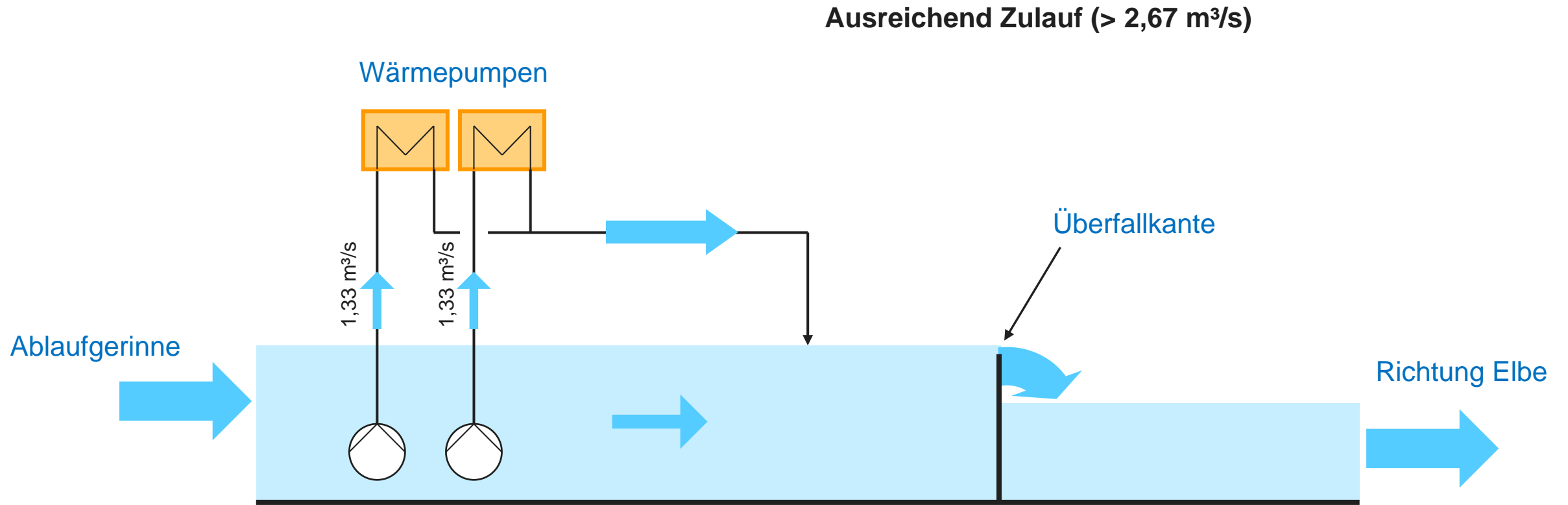


Tagesgang

Ablauf-Volumenstrom Dradenau 2021, 15-min-Werte

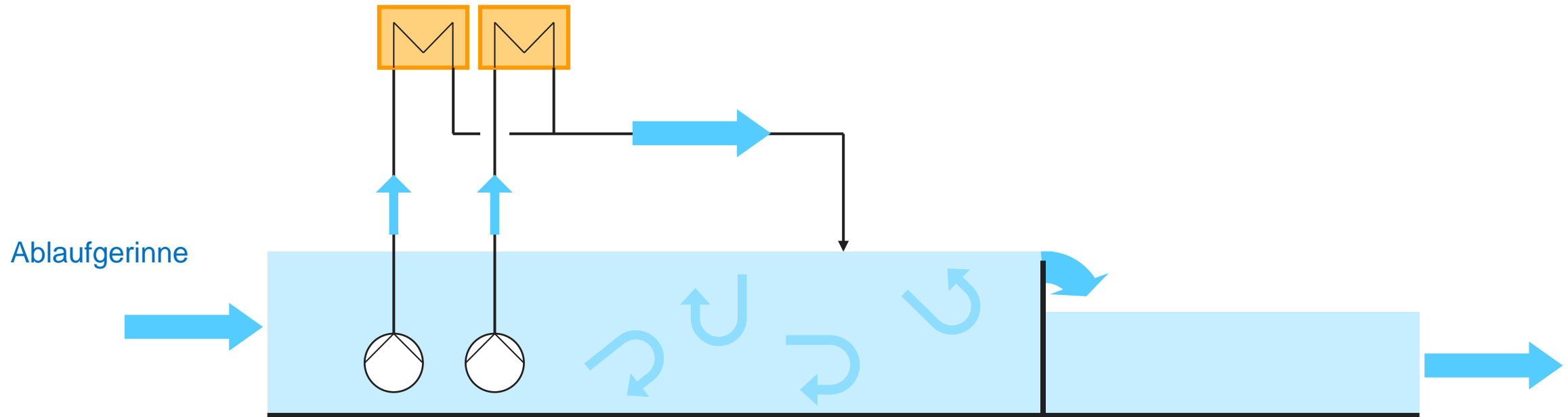


Schaltung Wasserentnahme und Rückführung



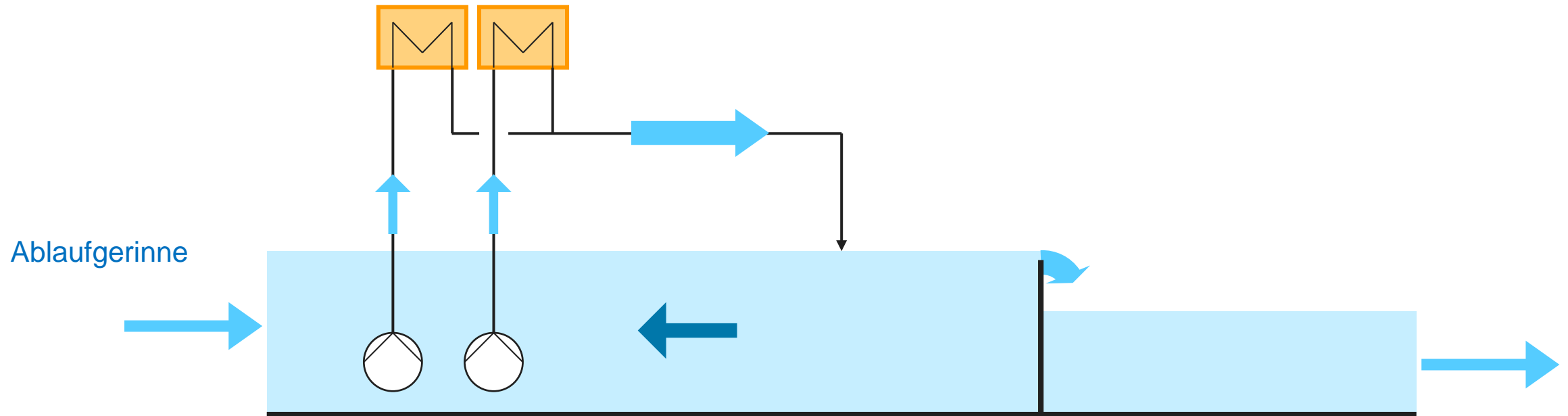
Schaltung Wasserentnahme und Rückführung

Gerade genug Zulauf (= 2,67 m³/s)



Schaltung Wasserentnahme und Rückführung

Zu wenig Zulauf ($< 2,67 \text{ m}^3/\text{s}$)

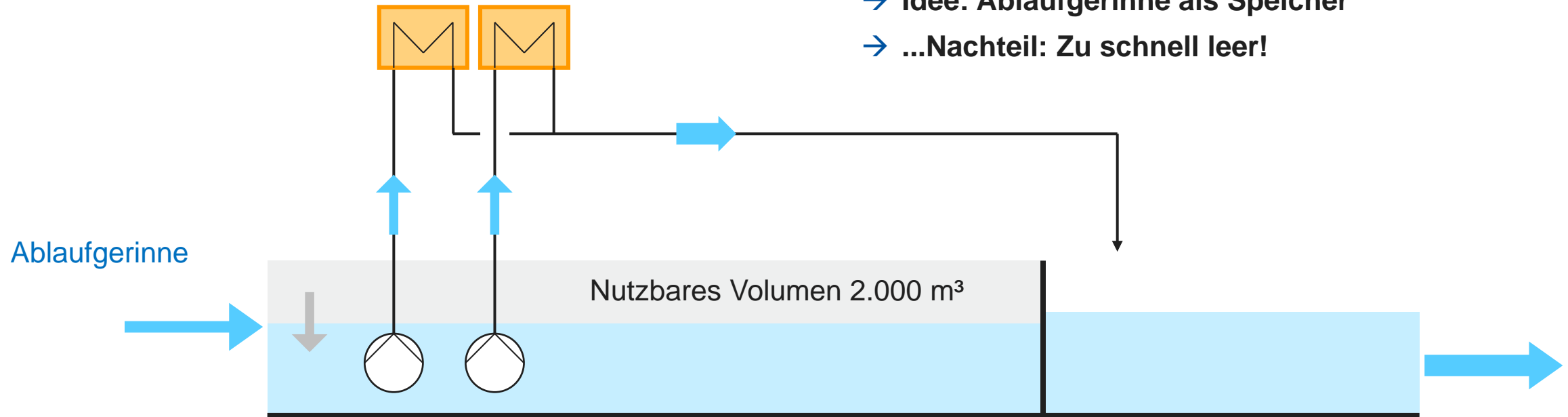


Schaltung Wasserentnahme und Rückführung

Zu wenig Zulauf ($< 2,67 \text{ m}^3/\text{s}$)

→ Idee: Ablaufgerinne als Speicher

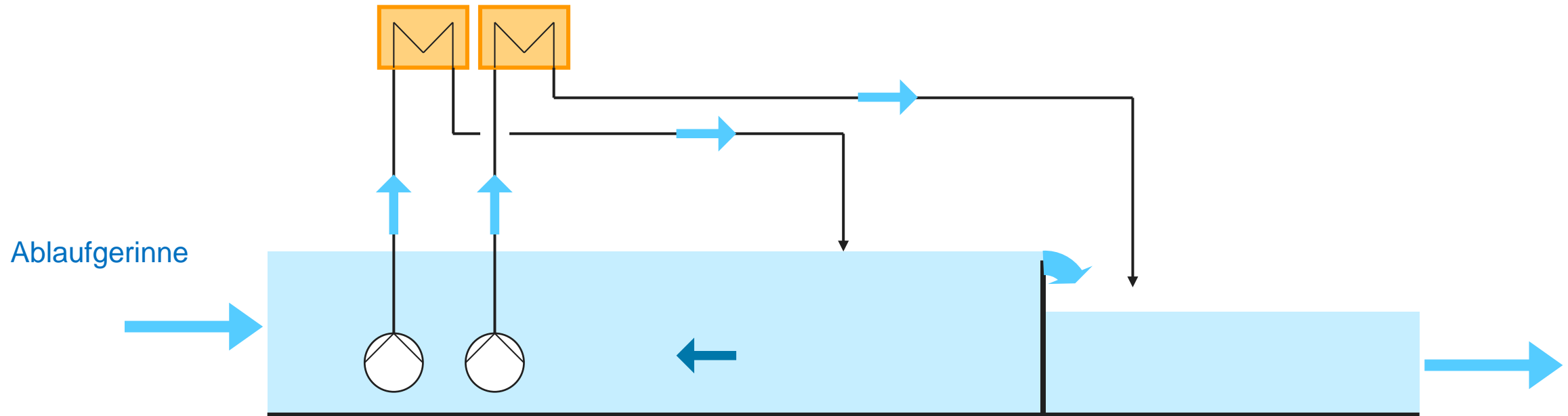
→ ...Nachteil: Zu schnell leer!



Schaltung Wasserentnahme und Rückführung

Bei zu wenig Zulauf ($< 2,67 \text{ m}^3/\text{s}$)

→ **Hydraulische Minimierung der Rückvermischung**



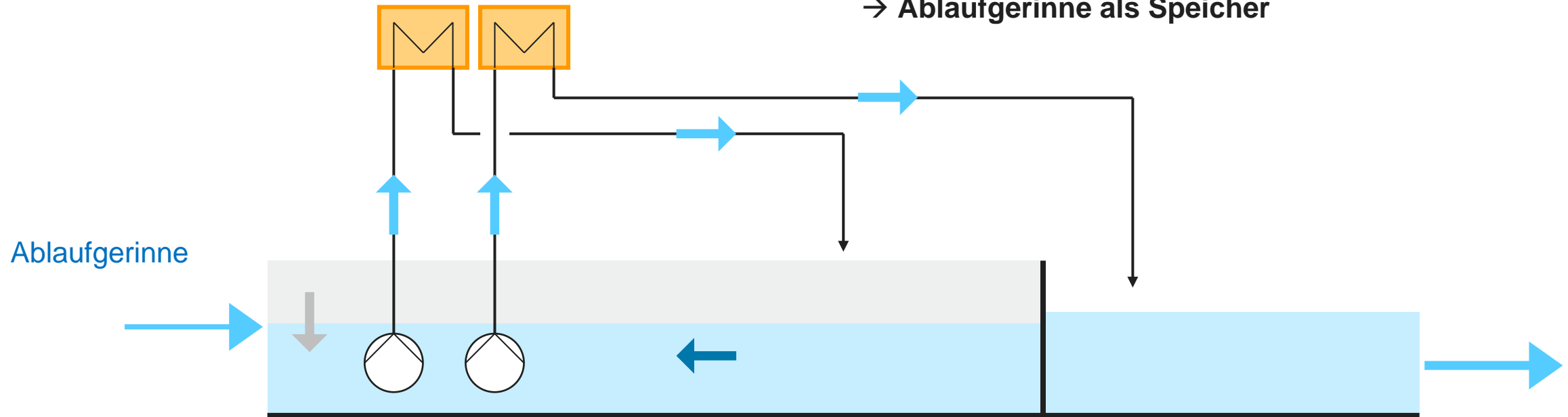
Schaltung Wasserentnahme und Rückführung

Bei zu wenig Zulauf ($< 2,67 \text{ m}^3/\text{s}$)

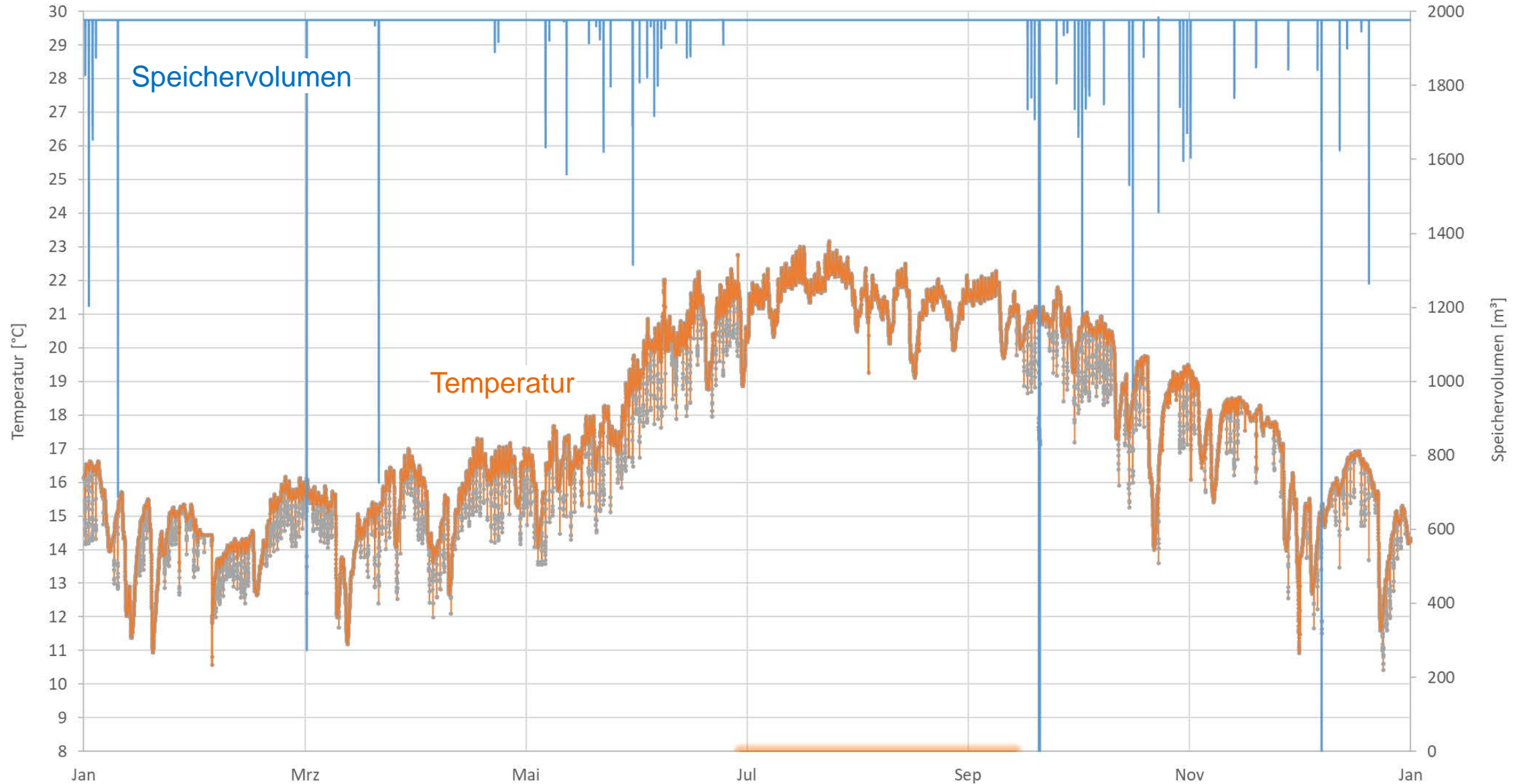
→ Hydraulische Minimierung der Rückvermischung

Bei viel zu wenig Zulauf ($< 1,33 \text{ m}^3/\text{s}$)

→ **Ablaufgerinne als Speicher**

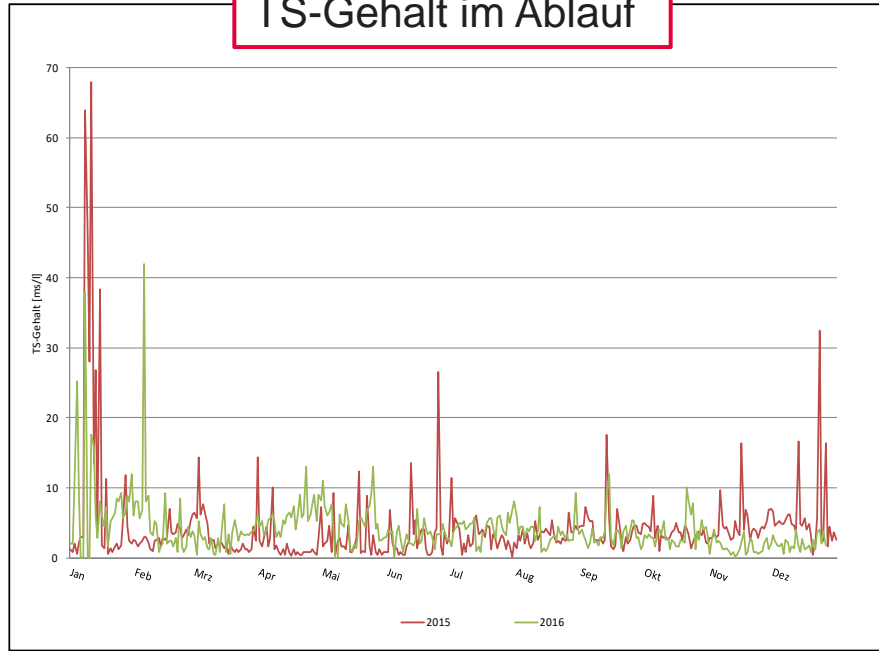


Temperaturabsenkung durch Rückvermischung



Wasserqualität des Kläranlagenablaufs

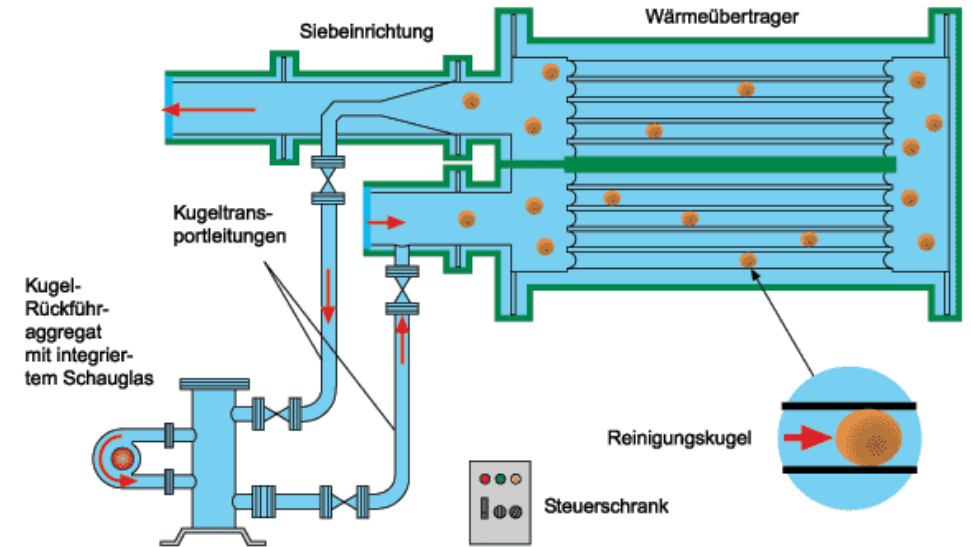
TS-Gehalt im Ablauf



Bei zu viel Schmutz im Ablauf:
ABSCHALTEN !

Vorgeschalteter Bernoulli-Filter
DN 700

Quelle: Prospekt Fa. Bernoulli System, Lund, Schweden



Automatische Reinigung der
Wärmetauscherrohre mit
Reinigungskugeln

Quelle: Taprogge GmbH, www.taprogge.de

05 RANDBEDINGUNGEN



Zeitplan und aktueller Stand

Baubeginn: Frühjahr 2023

Erste Wärmelieferung: Frühjahr 2025

Aktueller Stand:

- Bauantrag eingereicht
- Fläche für Betriebsgebäude hergerichtet
- Erster Teil der Kampfmittelsondierung wird beauftragt
- Vergabeverfahren für die Wärmepumpen läuft
- weitere Ausschreibungen (insgesamt 7 Lose) in Vorbereitung

Förderung

- Die Anlage bildet im Verbund mit dem GuD-Kraftwerk ein iKWK-System nach KWKG. Die Wärmepumpen bilden dabei die innovative Komponente.
- Förderung des KWK-Stroms in Abhängigkeit von der Wärmemenge, die mit den Wärmepumpen erzeugt wird, im Verhältnis zur Referenzwärme.
- Eigentümer der Teile des iKWK-Systems sind zwei verschiedene Unternehmen. Dies stellt einen Sonderfall dar und ist in der Gesetzgebung eigentlich nicht vorgesehen.

Voraussetzungen für die Förderung (Anforderungen des BAfA):

- HEnW ist Betreiberin des Anlagenverbunds
 - Anlagenteile sind neu und gehen zeitnah in Betrieb (Toleranz ½ Jahr?)
- ➔ Zusammenarbeit der Unternehmen Hamburg Wasser (hier: HSE) und Hamburger Energiewerken in Bau und Betrieb der Anlage wird durch einen Kooperationsvertrag geregelt.

Fazit

Am Beispiel der Abwasserwärme wird deutlich:

Die Nutzung neuer / alternativer / unkonventioneller Energiequellen stellt uns vor besondere Herausforderungen.

Sie erfordert Flexibilität in der Technologie und auch in unseren Denkansätzen.

Mach2 - Unser Beitrag zur Hamburger Wärmewende

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Gunnar Hansen

Telefon +49 40 7888 81245

gunnar.hansen(at)hamburgwasser.de