

BIS Energiekonzept Lune Delta - Nachtrag

Endbericht

08.06.2021

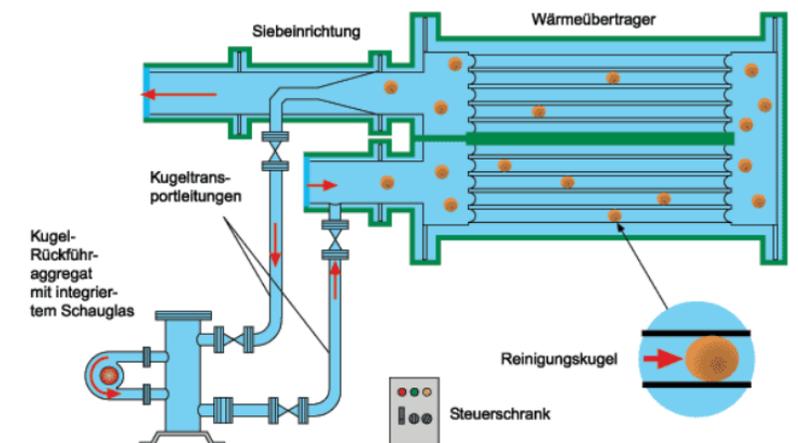
Aufgabenstellung Vertiefung

- **Integration von Wärmetauschern im Abwasser**
 - Vergleich Wärmetauscher-Technologien
 - **Schematische Darstellung und Aufstellflächen**
 - **Darstellung Schnittstellen**
 - **Anforderungen Wasserqualität und technisches Konzept**
- **Mitwirkung genehmigungsrechtliche und betriebliche Fragestellungen**
 - **Vorklärung Einleitergenehmigung und zu erwartende Auflagen**
- **Redundanz & Versorgungssicherheit der Energieversorgung**
 - **Ergänzung Kosten Strombezug PtH**
- **Eigenstromversorgung / Ergänzung KWK**
 - Auswahl BHKW-Größen
 - Ermittlung Eigenstromanteile
 - **Ökonomische & ökologische Gegenüberstellung**

Integration Wärmetauscher

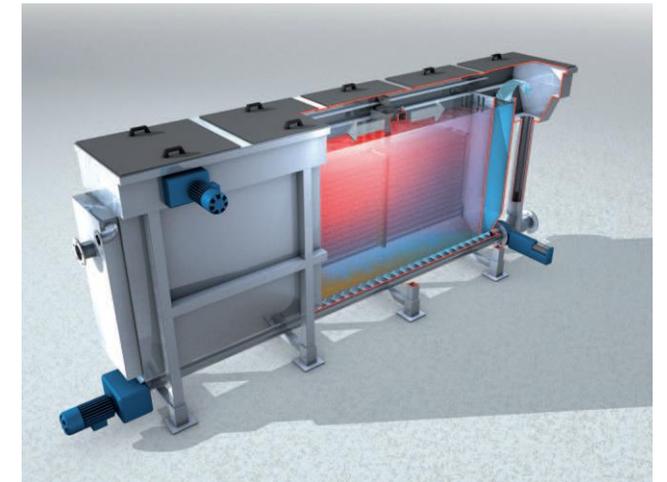
Molchbarer Rohrbündelwärmtauscher

- Rohrbündelwärmetauscher mit Molchen zur Reinigung der Übertrageroberflächen
→ Kontinuierliche Selbstreinigung
- Hohe Verfügbarkeit bei geringer Wartungsintensität
- Ca. 11 Übertragereinheiten mit einer Übertragungsleistung von jeweils ca. 231 kW
- Ca. 24 m² Platzbedarf pro Doppelanlage inkl. Servicewege (insgesamt ca. 140 m²)
- Anlagenkonfiguration flexibel, auch Stapelung möglich (Höhe Einheit 2 m)
- Anschluss über DN 100 Flansch (anpassbar)



Selbstreinigender Rohrbündelwärmetauscher

- Rohrbündelwärmetauscher mit Reinigungseinrichtung zum „abschaben“ der Übertragerflächen
→ automatisierte Reinigungseinrichtung
- Hohe Verfügbarkeit bei geringer Wartungsintensität
- Ca. 5 Übertragereinheiten mit einer Übertragerleistung jeweils ca. 510 kW
- Ca. 25 m² Platzbedarf pro Einheit inkl. Servicewege (insgesamt 125 m²)
System auch für Installation direkt in Ablaufgerinne vorhanden
- Anschluss Abwasser über DN 300 bzw. DN 350 Flansch
- Anschluss Kältemittel über DN 200 Flansch



Plattenwärmetauscher

- Plattenwärmetauscher semi-verschweißt: Kältemittelkreislauf ist verschweißt, Abwasserkreislauf ist gedichtet
→ keine Selbstreinigung
- Reinigung muss manuell durchgeführt werden (öffnen und reinigen z.B. mit Hochdruckreiniger)
 - Kann durch Betreiber erfolgen oder von Service des Herstellers
- Lt. Hersteller keine zu erwartenden Risiken bei Einhaltung der Einleitergrenzwerte
- Ca. 3 Übertragungseinheiten mit einer Übertragungsleistung von jeweils ca. 800 kW
- Fläche pro Einheit ca. 5 m² inkl. Servicewege (insgesamt 15 m²)
- Anschluss über DN 200 mit Flansch



Wärmetauscher – Zusammenfassung

	Rohrbündel		Platten
	molchbar	selbstreinigend	
Leistung	2.541 kW; 230 kW/Einheit	2.534 kW; 510 kW/Einheit	2.400 kW; 800 kW/Einheit
Anzahl Einheiten	11	5	3
Benötigte Fläche (inkl. Servicewege)	24 m ² /pro Einheit 140 m ² gesamt	25 m ² /pro Einheit 125 m ² gesamt	5 m ² /pro Einheit 15 m ² gesamt
Verfügbarkeit/ Wartungsintensität/ Risiken	Hohe Verfügbarkeit durch Selbstreinigung, geringe Wartungsintensität	Hohe Verfügbarkeit durch Selbstreinigung, geringe Wartungsintensität	Unsicherheiten bei Verschmutzungsgrad und -häufigkeit und daraus resultierende Häufigkeit der Wartungen
Sonstiges	flexible Anlagenkonfiguration möglich, Pumpe notwendig	Speziell für diesen Anwendungsfall entwickelt, Pumpe notwendig	Günstige Übertrager mit hoher Leistung, Pumpe notwendig
Referenzen	Kalte Fernwärme Aurich, Grubenwasser als Wärmequelle in Bergheim, Meerwasser als Wärmequelle auf Borkum	Pumpwerk in Bremen Finndorf, Museum der Bayr. Geschichte in Regensburg, Hochhaus WinTower in Winterthur	Stadtwerke Lemgo

Vortrag HanseWasser – Abwasserwärmenutzung Pumpwerk Bremen Findorff

- Nutzung von Abwasserwärme aus ungereinigtem Abwasser
- Wärmetauscher entzieht Abwasser Wärme und überträgt sie auf einen Solekreislauf für die gasbetriebenen Wärmepumpen (Leistung WT ca. 100 kW, B/L/H = 1,2 / 5 / 2,2 m)
- Abwasserwärmetauscher der Fa. Huber ist selbstreinigend (vollautomatisch, ca. 3-4 pro Woche für 20 min)
 - Keinerlei Probleme im Betrieb des Wärmetauschers seit Installation von HanseWasser festgestellt
- Erfahrungen/ Zu Beachten:
 - Schutz vor Einfrieren des WT durch Wärmepumpe muss sichergestellt werden
 - Schmutzschnecke muss bei großer Wartung komplett herausgenommen werden
 - genügend Platzreserven für Wartung vorhalten

Abwasserwärmenutzung der Stadt Aurich

- Abwasserwärmenutzung aus einer Molkerei
- Wärmetauscher entzieht Abwasser in Druckrohr über Bypass Wärme und speist sie in ein „kaltes“ Fernwärmenetz
- Das „kalte“ Fernwärmenetz ist Wärmequelle für mehrere Wärmepumpen, die verschiedene Gebäude versorgen
- Stadt Aurich hat Marktrecherche und Vergleich von Abwasserwärmetauschern durchgeführt, u. a. auch das von HanseWasser genutzte System der Fa. Huber
→ Aufgrund von Druckrohr wurde ein molchbarer Rohrbündelwärmetauscher ausgewählt
- Wurde aus wirtschaftlichen Gründen eingestellt

Konzept Abwasserwärmenutzung Klärwerk Dradenau in Hamburg

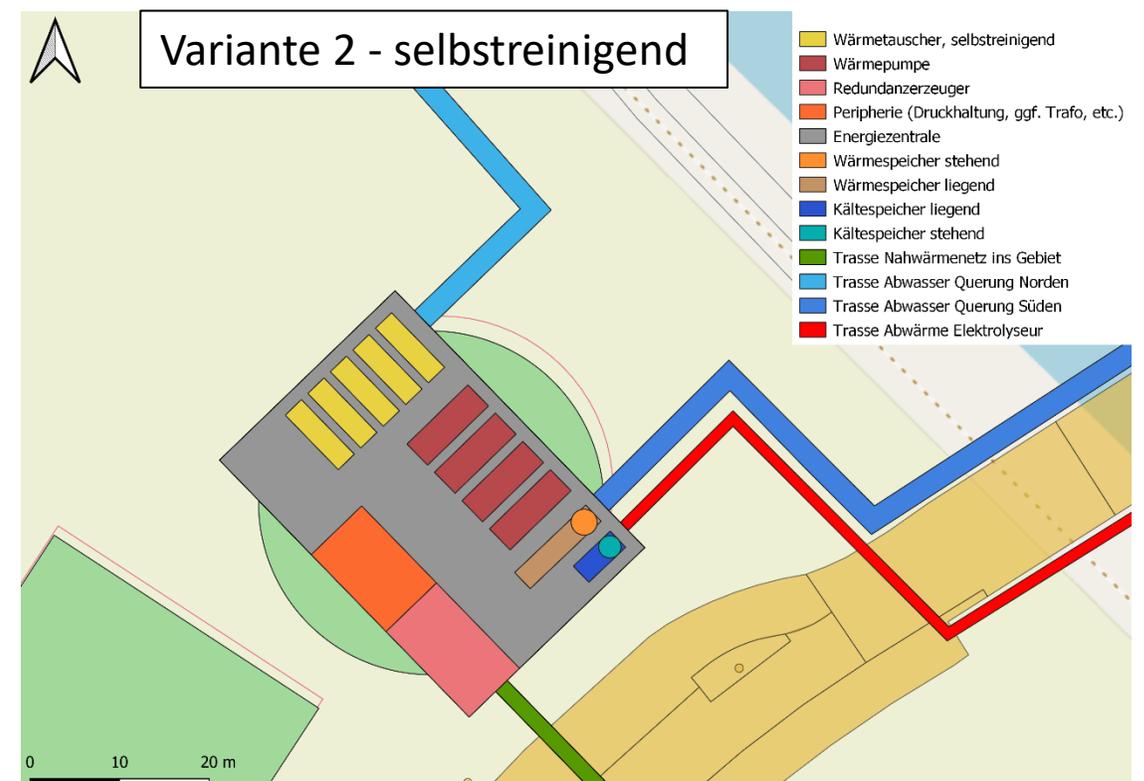
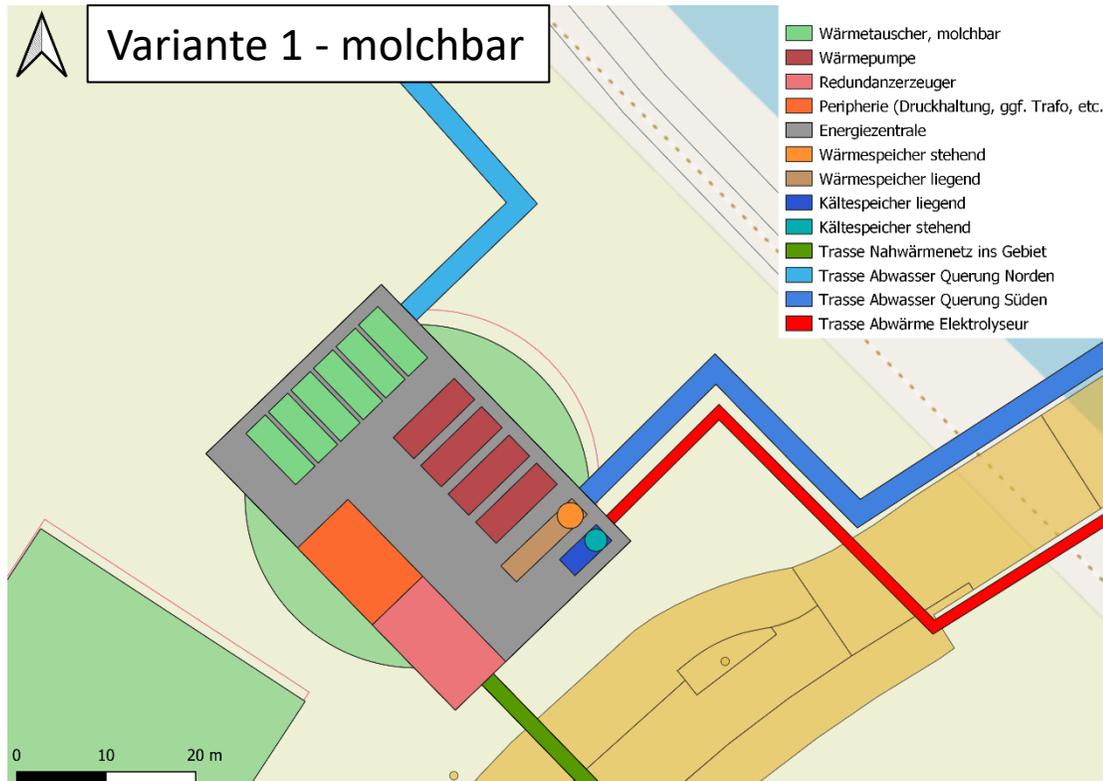
- Abwasserwärmenutzung des Klärwerks ist eines von drei Bestandteilen des Konzepts zur Substitution des Heizkraftwerks Wedel
- Wärmetauscher entziehen dem Abwasser im Ablauf des Klärwerks Wärme
- Wärme wird anschließend mit 4 x 15 MW Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau angehoben und in das Fernwärmenetz eingespeist
- Die Abwasserwärmetauscher sind molchbare Rohrbündelwärmetauscher mit vorgeschaltetem Bernoulli Filter
- Hier die Präsentation dazu:
https://cgi.tu-hamburg.de/~awwwweb/downloads/31Kolloquium/G_Hansen_Mach3_Umweltwaerme_aus_Wasser.pdf

Wärmetauscher – Wirtschaftlichkeit

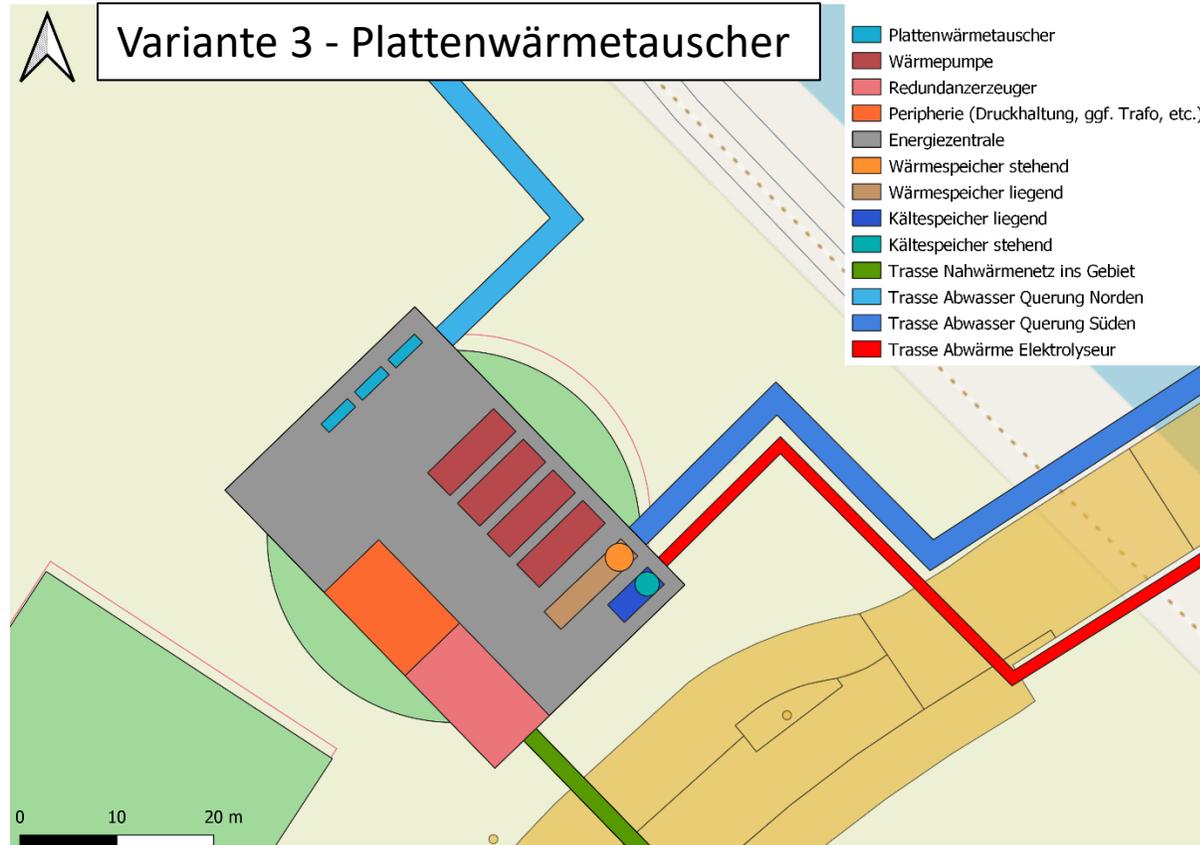
	Rohrbündelwärmetauscher		Plattenwärmetauscher
	Molchbar	Selbstreinigend	
Investitionskosten (inkl. Pumpen, Verrohrung, Peripherie)	1,3 Mio. €	650.000 €	190.000 €
Nutzungsdauer	20	20	12
Wartung/ Inspektion	ca. alle 8 Jahr für 1,5 Tage	ca. alle 8 Jahre für 1,5 Tage	ca. alle 4 – 6 Wochen für 3 - 4 Tage *
Betriebskosten p.a.	12.000 €	9.600 €	25.200 €
Pumpenstrom	35.000 €	30.000 €	30.000 €
Kosten p.a.	120.000 €	70.000 €	65.000 €

* Erfahrungswerte der Stadtwerke Lemgo mit diesem System; nach 4 – 6 Wochen nur noch ca. 70% der Übertragerleistung aufgrund von Verschmutzung vorhanden

Energiezentrale – Rohrbündelwärmetauscher



Energiezentrale – Plattenwärmetauscher



Speicher in Energiezentrale integrieren

- Stehend
 - Wärme: ca. 9 m hoch
 - Kälte: ca. 6 m hoch
 - Ggf. mehrere nebeneinander
 - Stehend hinsichtlich Schichtung bessere Lösung

Platzbedarf

- Leistung im Endausbau (worst case: ca. 5,2 MW) WP & WT, Speicher
- Steuerung, Ausdehnungsgefäße/Druckhaltung
- Modulare Erweiterung (wie groß werden die Module?)
- Ggf. Trafo für WP und Power to Heat
- Ggf. weitere Platzbedarfe für Dokumentation, Arbeitsplatz, etc.

Platzbedarf Energiezentrale

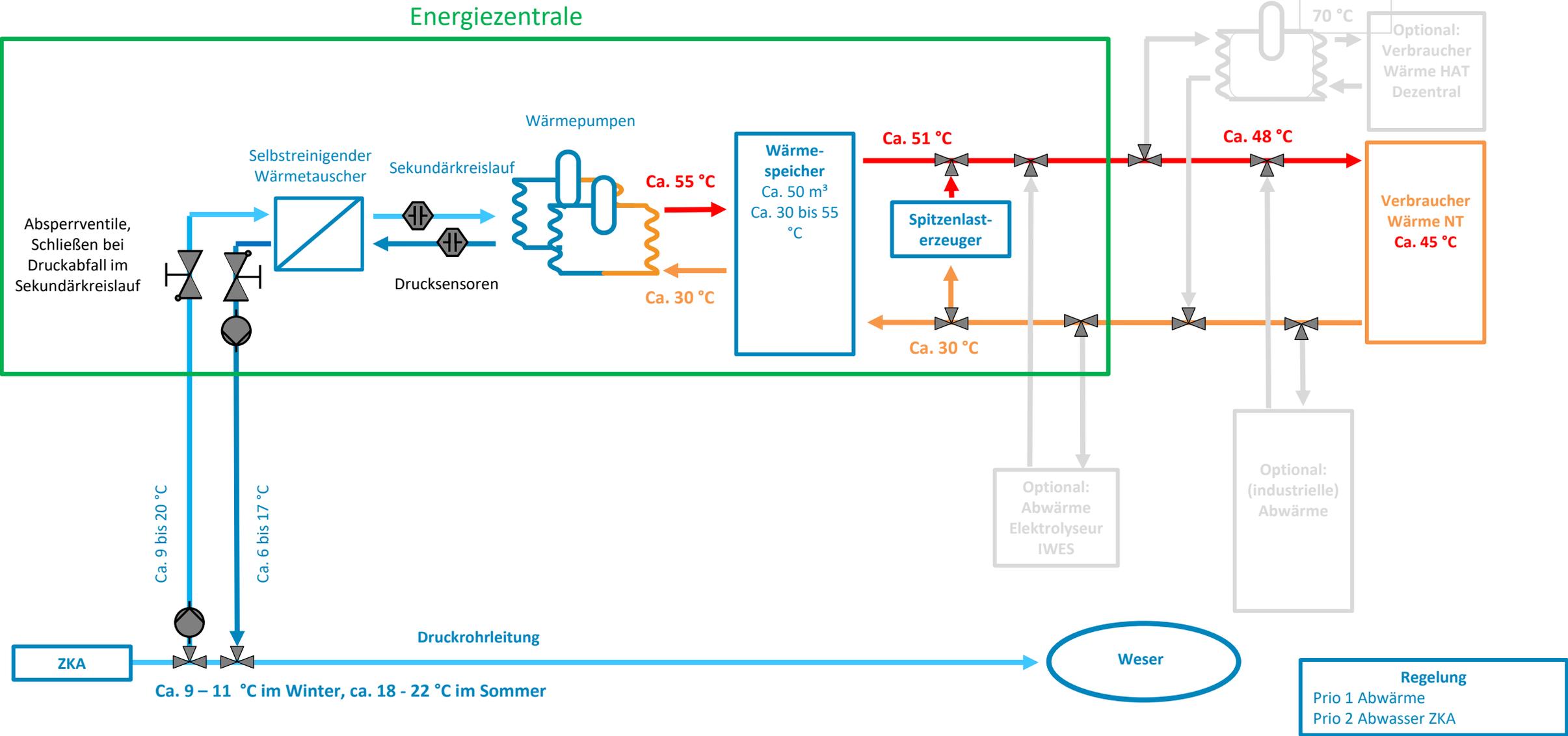
	Rohrbündel		Platten	Wärmepumpe	Speicher	
	molchbar	selbstreinigend			Wärmespeicher	Kältespeicher
Leistung/Kapazität	2.541 kW	2.534 kW	2.400 kW	4,4 MW	50 m ³	20 m ³
Anzahl Einheiten	11 (6 Doppelanlagen)	5	3	4	1	1
Benötigte Fläche (inkl. Servicewege)	24 m ² /Einheit 140 m ² gesamt	25 m ² /Einheit 125 m ² gesamt	5 m ² /Einheit 15 m ² gesamt	40 m ² /Einheit 160 m ² gesamt	liegend: 28 m ² stehend: 7 m ²	liegend: 16 m ² stehend: 5 m ²
Redundanz und Peripherie	In Abhängigkeit von gewählter Variante, Platzhalter von jeweils ca. 100 m ² für Redundanz und Peripherie (Druckhaltung, ggf. Trafo, etc.)					
Benötigte Fläche Energiezentrale	mind. 1.100 m ²	mind. 1.040 m ²	mind. 850 m ²	-	-	-

- Servicewege berücksichtigt
- Rohrleitungen seitlich oder oberhalb der technischen Anlagen
- Höhe ca. 4 bis 5 m
- Einbringung bei modularer Erweiterung in weiterer Planung berücksichtigen

Empfehlung Wärmetauscher

- Empfehlung: **selbstreinigender Wärmetauscher**
 - Speziell für diesen Fall/Betriebsbereich entwickelt
 - Geringerer Platzbedarf und Kosten im Vergleich zum molchbaren System
 - System funktioniert ohne Probleme, sehr geringer Wartungsaufwand (Vortrag HanseWasser)
 - Modular erweiterbar

Schematische Darstellung der Wärmeversorgung Lune Delta



Anforderungen Wasserqualität

- Gefahr durch wassergefährdende Stoffe wie Kältemittel in Sekundärkreislauf, Wärmetauscher und Wärmepumpe
- technisches Konzepte zur Verhinderung der Einleitung von kontaminiertem Wasser
 - Überwachung in den WTs erfolgt über Drucksensoren im Sekundärkreislauf. Fällt der Druck im Sekundärkreislauf wird das System abgeschaltet (Notfallarmatur vorsehen), anschließende Entsorgung und Aufbereitung von kontaminiertem Wasser
- Weitere Berücksichtigung der Sicherheitsklasse und ggf. weiterer Anforderungen bei Wahl des Kältemittels

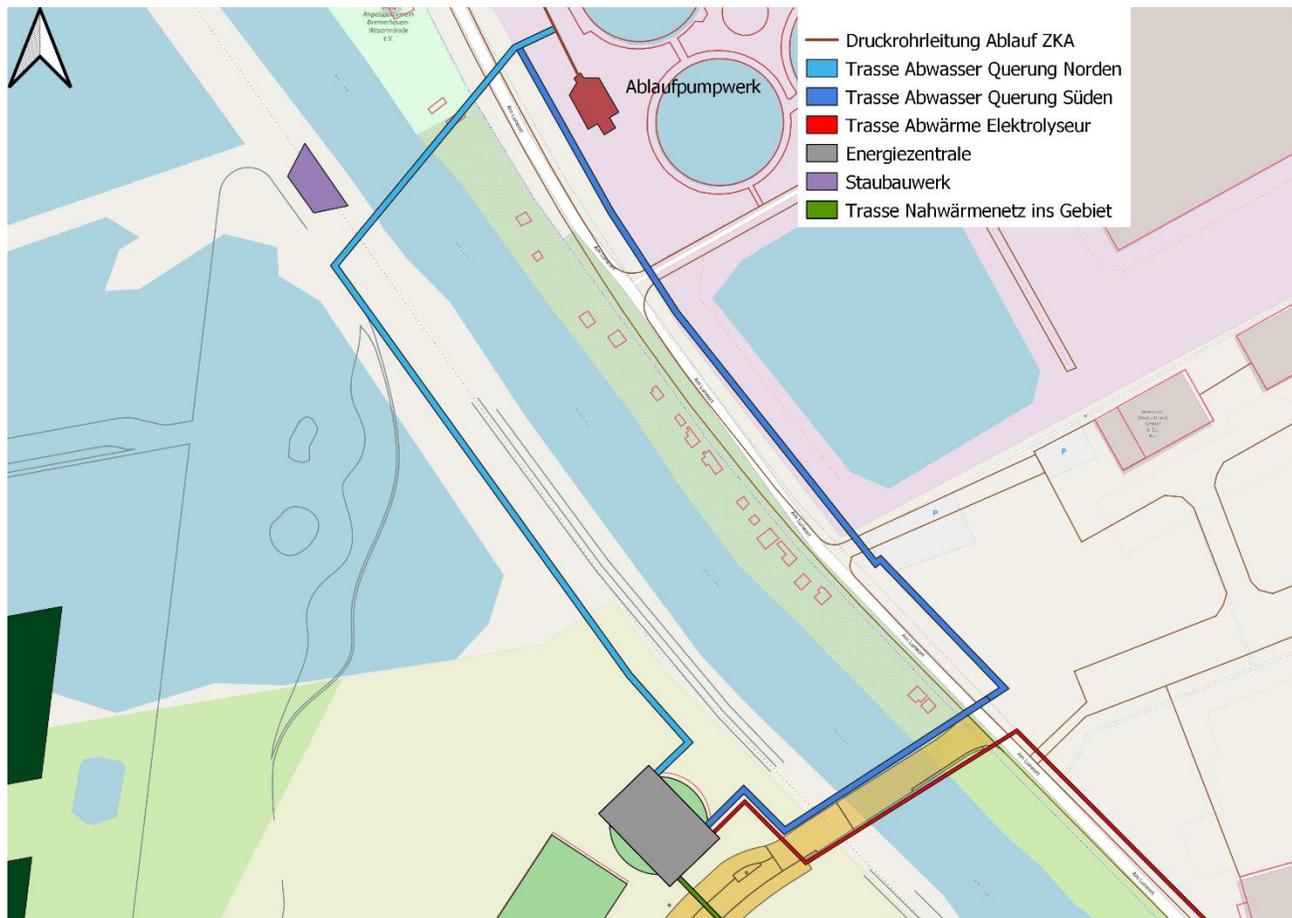
Schnittstellenliste - Netzhydraulik

- Schnittstelle ZKA
 - Bestandsleitung (Druckrohrleitung)
 - Hydraulisch: Druck, Temperatur
- Schnittstelle Wärmeabnehmer
 - Hydraulisch: Temperatur, Druck (TAB für Gebäude zu erstellen)
 - MSR: Input Nutzerverhalten
- Schnittstellen dezentrale Einspeiser
 - Hydraulisch: Temperatur, Druck (TAB für Einspeiser zu erstellen)
 - MSR: Input Erzeugerverhalten

Schnittstellenliste - sonstiges

- technisch
 - Stromversorgung
 - Pumpenstrom für Verteilung
 - Wärmepumpe
 - Energiezentrale: Gebäude (Architektur, Lüftung, Entwässerung...)
- Rechtlich, wirtschaftlich
 - Förderung
 - Genehmigungsbehörde:
 - Baugenehmigungen
 - erdverlegte Leitungen, ggf. wassergefährdende Stoffe
 - Einleitungsgenehmigung

Mögliche Leitungsverläufe



- **Variante 1 ZKA – EZ:** Querung der Lune mit Verkehrsbrücke im Süden; DN 400, Trassenbreite 2,5 m
- **Variante 2 ZKA – EZ:** Querung der Lune im Norden (Direktes Bohren über 2 Schächte oder im Horizontalspülbohrverfahren) DN 400, Trassenbreite 2,5 m
- **Einbindung Abwärme Elektrolyseur:** Querung der Lune mit Verkehrsbrücke; DN 100, Trassenbreite 1,25 m
- **Nahwärme von der EZ ins Projektgebiet:** DN 200, Trassenbreite 1,8 m

Bewertung und weiterer Klärungsbedarf in den folgenden LPH

- Variante 1 – Verlauf entlang ZKA-Gelände & Anhängung Brücke – favorisierte Variante
 - Abfrage Flurstücke → Besitzverhältnisse und Nutzung klären (kostenpflichtig, hat die BIS hier Zugang?)
 - Querung der Bahngleise → Wer betreibt diese? Heute noch als Gleisanlage gewidmet, aktuell stehen Planungen einer „Hafeneisenbahn“ im Raum
→ Sondergenehmigung bei Querung von „aktiven“ Gleisen mit Leitungen größer Außendurchmesser DA 225 notwendig; Dauer Genehmigung teilweise sehr lange (Aussage Fa. Wähler)
 - Genehmigung/Einfluss Flugplatz bzgl. Hebegerät klären → noch in Betrieb? Leitungsverlauf auf dem Gelände des Flugplatzes möglich? Nicht mehr in Betrieb, Gewerbegebiet
 - Querung Fremdleitungen

Bewertung und weiterer Klärungsbedarf in den folgenden LPH

- Variante 2 – Querung der Lune & Verlauf süd-westlich der Lune
 - Mindestabstand zu Staubauwerk, der eingehalten werden muss?
 - Verschiedene Varianten der Querung
 - Eigene Brücke (voraussichtlich genehmigungsrechtlich als 2. Brücke schwierig)
 - Unterirdische Art der Lunequerung ist zu klären (Horizontalspülbohrverfahren, Bohren über zwei Schächte, Kanal ausheben)
 - Kanal ausheben: lt. Fa. Wähler zu aufwändig
 - Horizontalspülbohrverfahren: lt. Fa. Wähler zu favorisierendes Verfahren, Kosten ca. 0,5 Mio. €. Problem ist die bereits erwähnte Sondergenehmigung für die Querung der Bahngleise
 - Bohren über 2 Vertikalschächte: sehr teures und aufwändiges Verfahren, Kosten ca. 1 Mio. € (Schätzung Fa. Wähler). Keine Genehmigung für Querung Gleise notwendig.

Genehmigungsrechtliche Situation bzgl. Wiedereinleitung

Genehmigungsrechtliche Situation bzgl. Wiedereinleitung

- Einleitbedingungen der Kläranlage nach Anhang 1 der Abwasserverordnung (Häusliches und Kommunales Abwasser)
 - Zuständige Behörde: Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau
 - Keine Vorgaben bzgl. Temperatur
- Einbindung einer zentralen Kälteanlage (Erwärmung Abwasser)
 - Anhang 31 der Abwasserverordnung (Wasseraufbereitung, Kühlsysteme, Dampferzeugung)
 - Einleitetemperatur würde auf eine Spreizung von 10 K und max. 28 °C begrenzt

AbwV: Anforderungen an das häusliche und kommunale Abwasser (Anhang 1)

- 600.000 Einwohnerwerte = Größenklasse 5 der Abwasserbehandlungsanlage

Proben nach Größenklasse der Abwasserbehandlungsanlagen	Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB ₅)	Ammoniumstickstoff (NH ₄ -N)	Stickstoff, gesamt, als Summe von Ammonium-, Nitrit- und Nitratstickstoff (Nges)	Phosphor gesamt (Pges)
Größenklasse 5 größer als 6 000 kg/d BSB ₅ (roh)	Qualifizierte Stichprobe oder 2-Stunden-Mischprobe				
	75 mg/l	15 mg/l	10 mg/l	13 mg/l	1 mg/l

- Die Anforderungen gelten für Ammoniumstickstoff und Stickstoff, gesamt, bei einer Abwassertemperatur von 12 °C und größer.
- Für Stickstoff, gesamt kann eine höhere Konzentration bis zu 25 mg/l zugelassen werden, wenn die Verminderung der Gesamtstickstofffracht mindestens 70% beträgt.

AbwV: Anforderungen an das Abwasser der Kühlsysteme (Anhang 31)

Das Abwasser darf folgende Stoffe und Stoffgruppen, die aus dem Einsatz von Betriebs- und Hilfsstoffen stammen, nicht enthalten:

- Organische Komplexbildner (ausgenommen Phosphonate und Polycarboxylate)
- Chrom- und Quecksilberverbindungen, Nitrit, metallorganische Verbindungen (Metall-Kohlenstoff-Bindung) und Mercaptobenzthiazol
- Zinkverbindungen
- Mikrobizide Wirkstoffe

AbwV: Anforderungen an das Abwasser der Kühlsysteme (Anhang 31)

Wärmeübertragung auf ein zweites Medium → Anforderungen an das Abwasser für die Einleitungsstelle

Wasseraufbereitung	Qualifizierte Stichprobe oder 2-Stunden-Mischprobe
Abfiltrierbare Stoffe	50 mg/l

Kühlsysteme mit Abflutung von sonstigen Kühlkreisläufen	Stichprobe
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	40 mg/l Nach Durchführung einer Reinigung mit Dispergatoren gilt ein Wert von 80 mg/l
Phosphor, gesamt	3 mg/l Werden nur zinkfreie Kühlwasserkonditionierungsmittel eingesetzt, gilt ein Wert von 4 mg/l. Enthalten die eingesetzten zinkfreien Konditionierungsmittel nur anorganische Phosphorverbindungen, gilt ein Wert von 5 mg/l.

Genehmigungsrechtliche Situation bzgl. Wiedereinleitung

- Zurzeit erfolgt die Probenahme zur Abwasseruntersuchung nach DIN 38402-11: 2009-02
- Es werden mehr Stoffe untersucht als in AbwV angefordert
- Die Untersuchungsverfahren richten sich in Abhängigkeit vom untersuchten Stoff nach verschiedenen DIN-Normen
- Die Grenzwerte der Stoffe nach DIN-Normen entsprechen entweder den Grenzwerten der AbwV oder sind niedriger

Redundanz & Versorgungssicherheit

Redundanz & Versorgungssicherheit – Annahmen

- Ca. 10 % der jährlichen Gesamtwärmemenge müssen gedeckt werden (ca. 1.400 MWh)
- Spitzenleistung entsprechend der WP-Leistung (4,8 MW)

Redundanz & Versorgungssicherheit – Variantenvergleich

	Power to Heat	Fernwärme	Kessel			
			Pellets	Hackschnitzel	Biomethan	Wasserstoff
Investitionskosten	532.800 € (davon 270.000 € Kessel und 55 €/kW Baukostenzuschuss Stromanschluss)	5 Mio. € für neue Fernwärmeleitung	2,9 Mio. €	2,4 Mio. €	500.000 € (zzgl. Kosten Gasanschluss)	1 Mio. € (ggf. zzgl. Kosten Gasnetz)
Brennstoffkosten p.a.	410.000 € (inkl. Leistungspreis)	91.000 €	86.000 €	63.000 €	105.000 €	445.000 €
Sonstige Kosten		Grundpreis: 400 € Leistungspr.: 56.000 €				
Betriebskosten p.a.	16.000 €	1.700 €	205.000 €	170.000 €	15.000 €	29.000 €
Kosten p.a.	458.700 €	470.000 €	525.000 €	425.000 €	150.000 €	525.000 €
Wärmegestehungskosten p.a.	328 €/MWh	335 €/MWh	375 €/MWh	305 €/MWh	110 €/MWh	375 €/MWh

Redundanz & Versorgungssicherheit – Bewertung

	Power to Heat	Fernwärme	Kessel			
			Pellets	Hackschnitzel	Biomethan	Wasserstoff
Wärmege- steh- ungskosten p.a.	328 €/MWh	335 €/MWh	375 €/MWh	305 €/MWh	110 €/MWh	375 €/MWh
CO2-Emissionen	0 t CO2 (Ökostromtarif)	PEF: 0,25 (Abfallverbrennung & KWK)	keine direkten (Anlieferung)	keine direkten, (Anlieferung)	ca. 180 t CO2	keine
Lokale EE-Potenziale	Evtl. WEA	Keine bekannt	Keine bekannt	Keine bekannt	Keine bekannt	Evtl. IWES
Platzbedarf Energiezentrale	gering	gering: Übergabestation	Hoch	Hoch	Mittel	Mittel
Platzbedarf zusätzlich & Anbindung	Stromanschluss	Anbindungsleitung notwendig	Lager, zusätzlicher Platzbedarf für Fördertechnik	Lager, zusätzlicher Platzbedarf für Fördertechnik	Gasleitung und – anschluss	Wasserstoffnetz oder Platz für mobile Speichereinheit

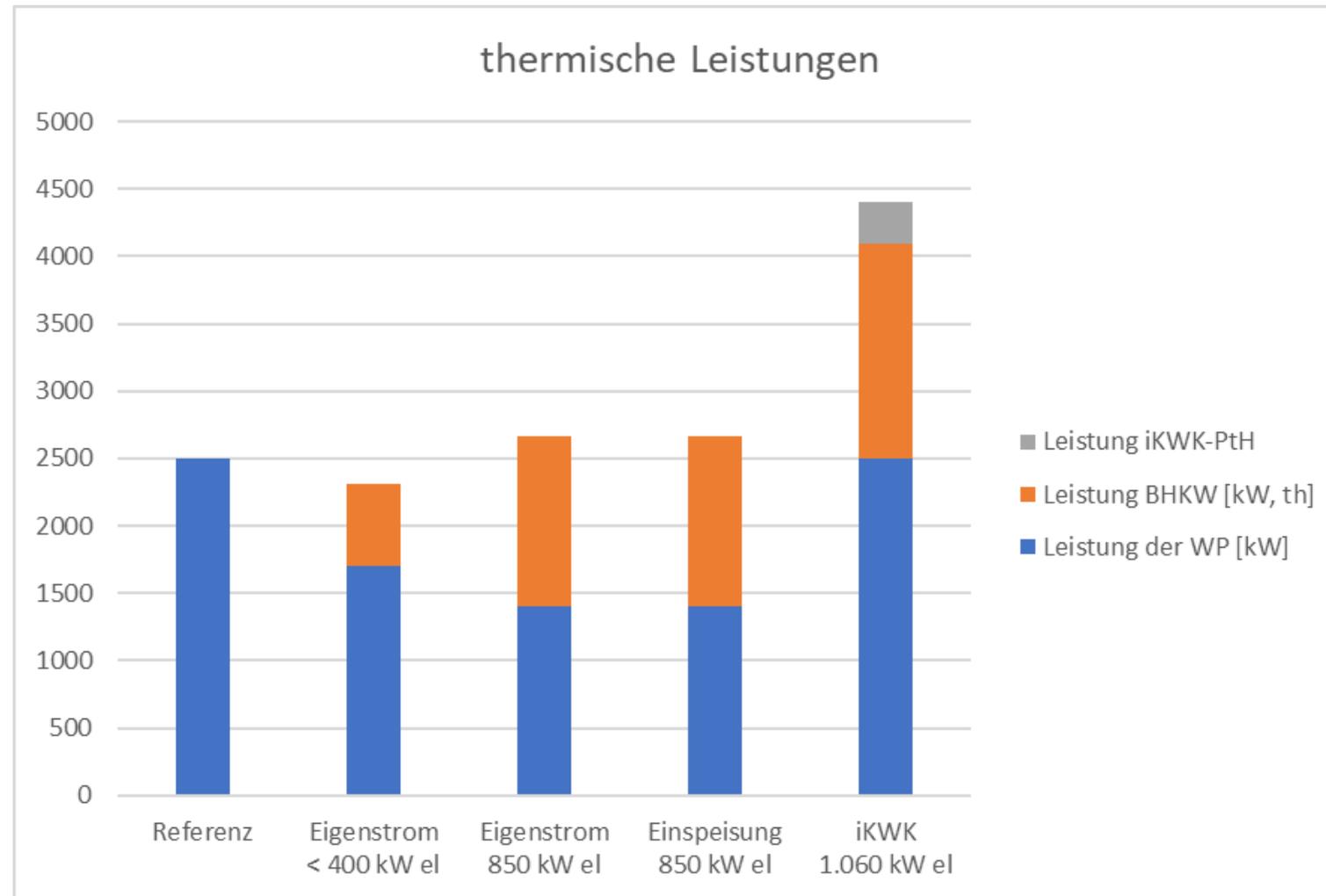
Als verbrennungsfreie Variante ist die Spitzenlastabsicherung durch PtH zu empfehlen.
 Aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten kommt ein Biomethan-Kessel in Betracht.

Kraft-Wärme-Kopplung & Eigenstrom

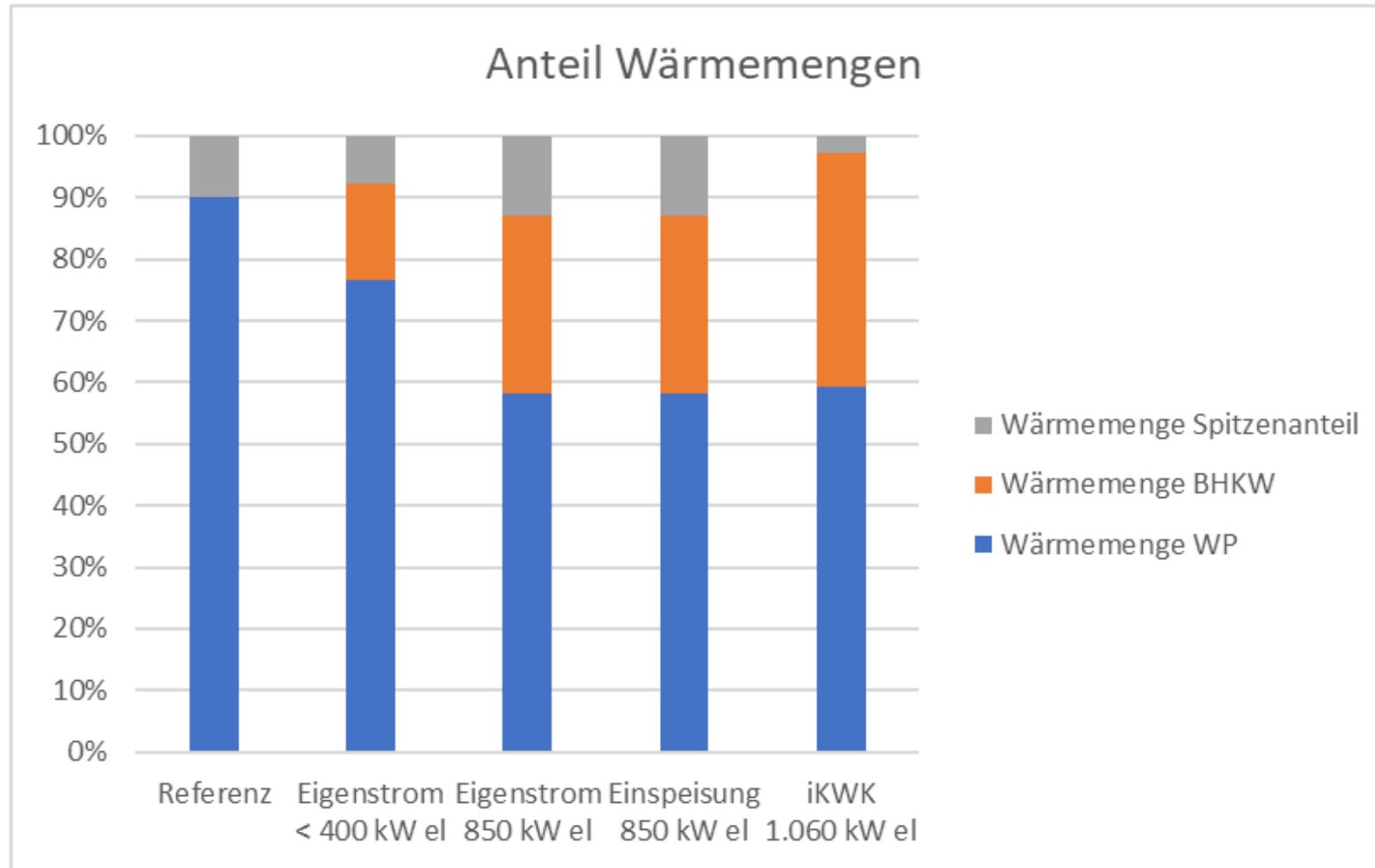
Betrachtung KWK-Varianten

- Auslegung sinnvoller BHKW-Größen
 - < 500 kW
 - keine Ausschreibung, Festvergütung
 - Eigenstromnutzung
 - Zwischen 500 kW und 1 MW
 - Ausschreibung (s. KWK-Ausschreibungsverordnung)
 - Keine Eigenstromnutzung
 - Zwischen 500 kW und 1 MW
 - ~~Ausschreibung (s. KWK-Ausschreibungsverordnung)~~
 - ~~Keine Eigenstromnutzung~~
 - > 1 MW
 - Ausschreibung iKWK-Förderung
 - Keine Eigenstromnutzung, zzgl. PtH-Modul (30 % der el. KWK-Leistung)

Installierte Leistungen



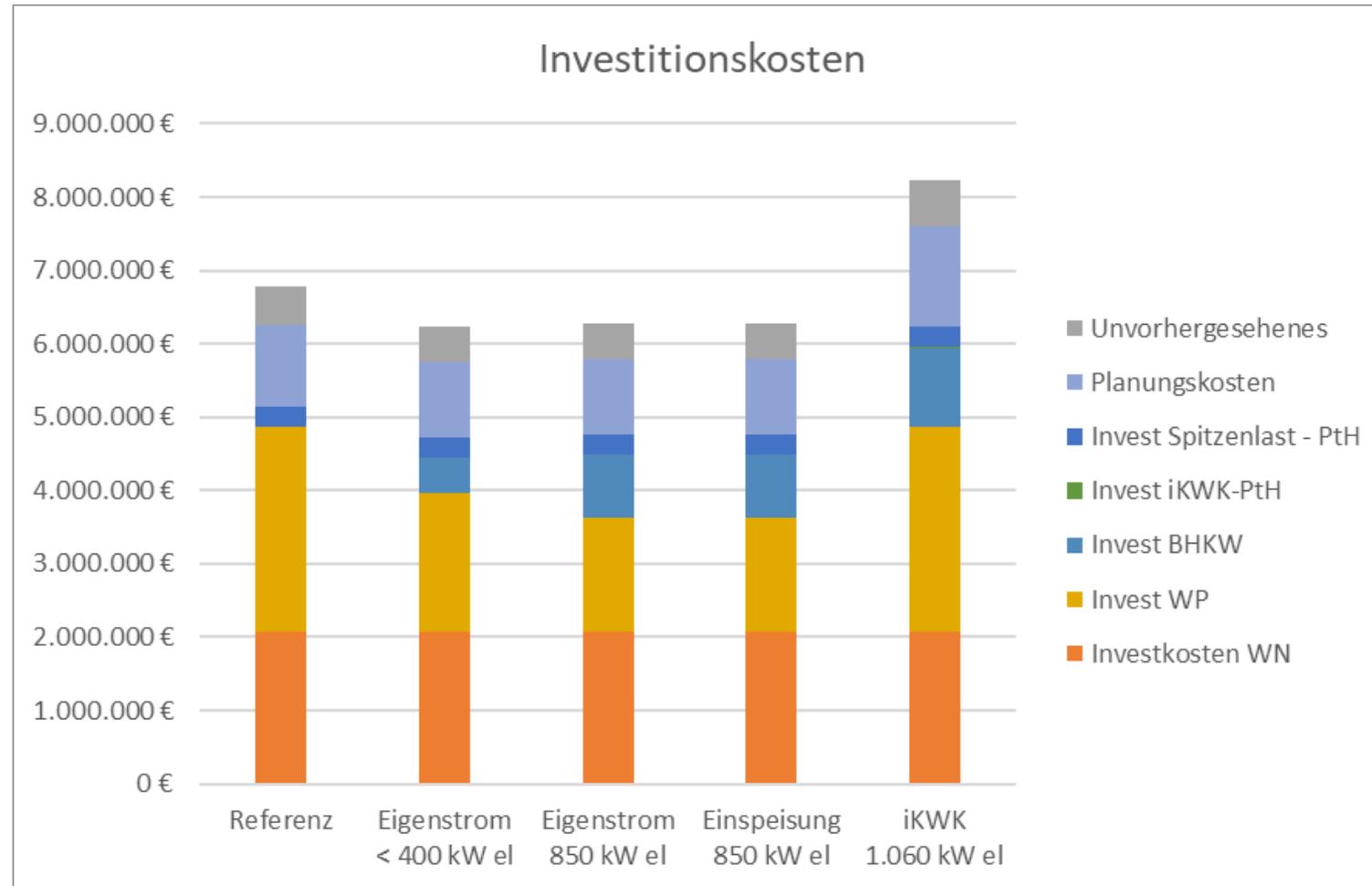
Simulation Energiemengen



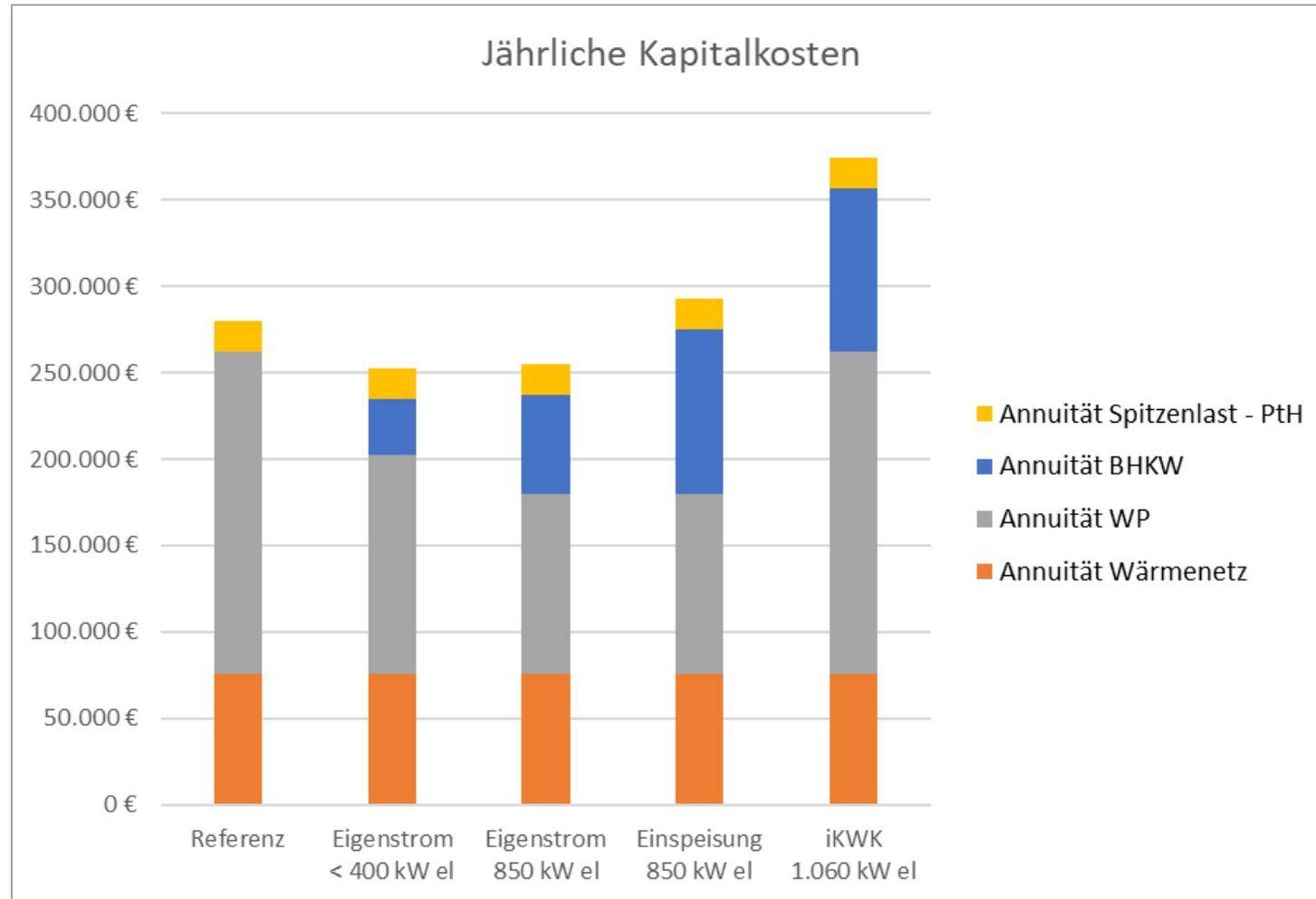
KWK - Varianten

	Referenz	Eigenstrom kl	Eigenstrom gr	KWK	iKWK
WP Leistung	Ca. 2.256 kW	Ca. 1.700 kW	Ca. 1.400 kW	Ca. 1.400 kW	Ca. 2.256 kW
WP Wärmemenge	Ca. 9.500 MWh	Ca. 8.080 MWh	Ca. 6.140 MWh	Ca. 6.140 MWh	Ca. 6.265 MWh
Strombedarf WP	Ca. 2.370 MWh	2.000 MWh	1.520 MWh	1.520 MWh	1.575 MWh
BHKW Leistung (el.)	-	Ca. 405 kW	Ca. 845 kW	Ca. 845 kW	Ca. 1.060 kW
BHKW Leistung (th.)	-	Ca. 540 kW	Ca. 865 kW	Ca. 865 kW	Ca. 1.140 kW
Wärmemenge BHKW	-	1.640 MWh	3.030 MWh	3.030 MWh	3.980 MWh
Stromerz. BHKW	-	1.230 MWh	2.955 MWh	2.955 MWh	3.720 MWh
Eigenstrom	-	1.045 MWh	420 MWh	-	-
Einspeisung	-	185 MWh	2.530 MWh	2.955 MWh	3.720 MWh

Investitionskosten

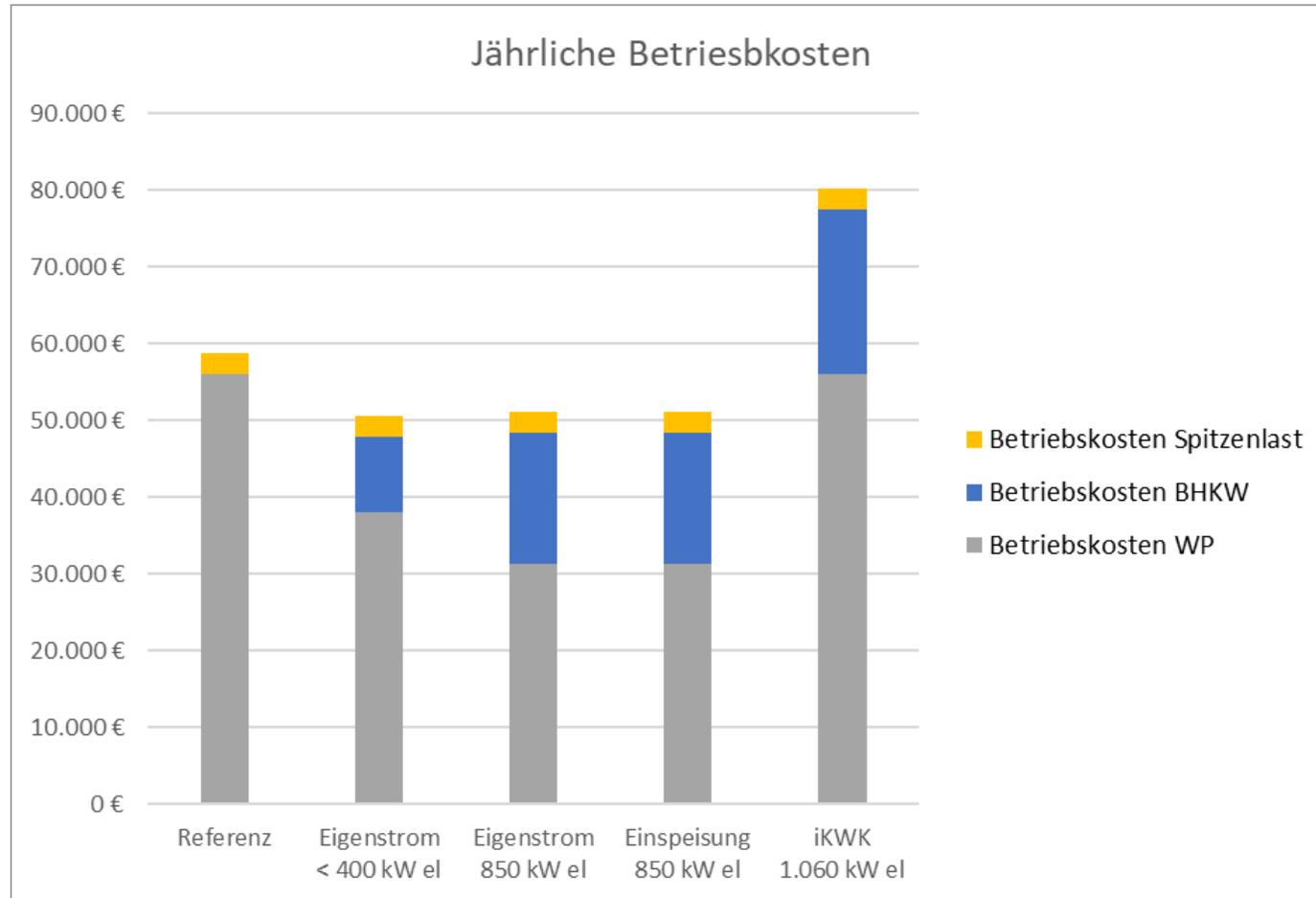


Jährliche Kapitalkosten



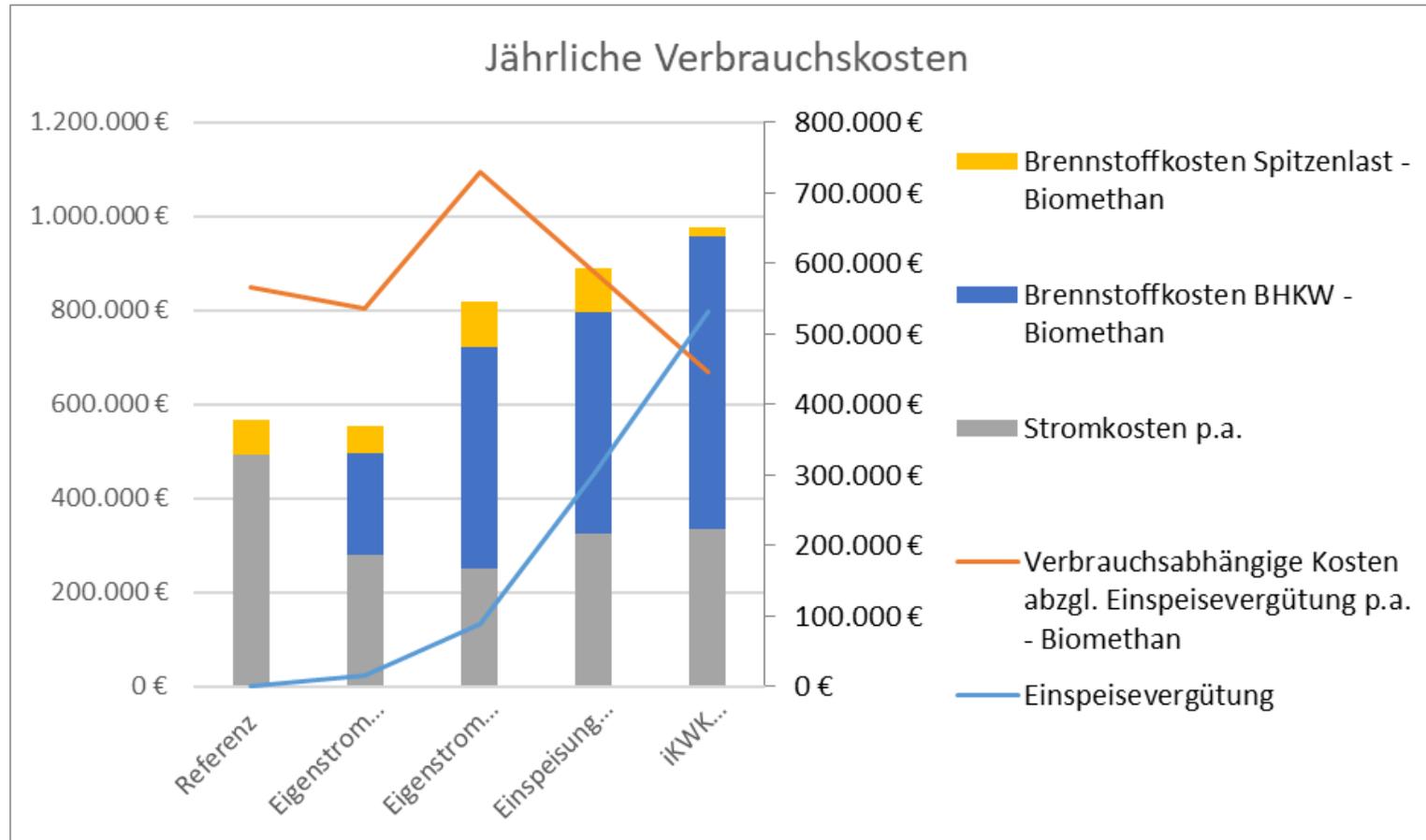
- Nutzungsdauern in Abhängigkeit der Förderbedingungen und gemäß VDI 2067
- Zins: 2 %

Jährliche Betriebskosten



- Kosten für Wartung und Instandhaltung gemäß VDI 2067

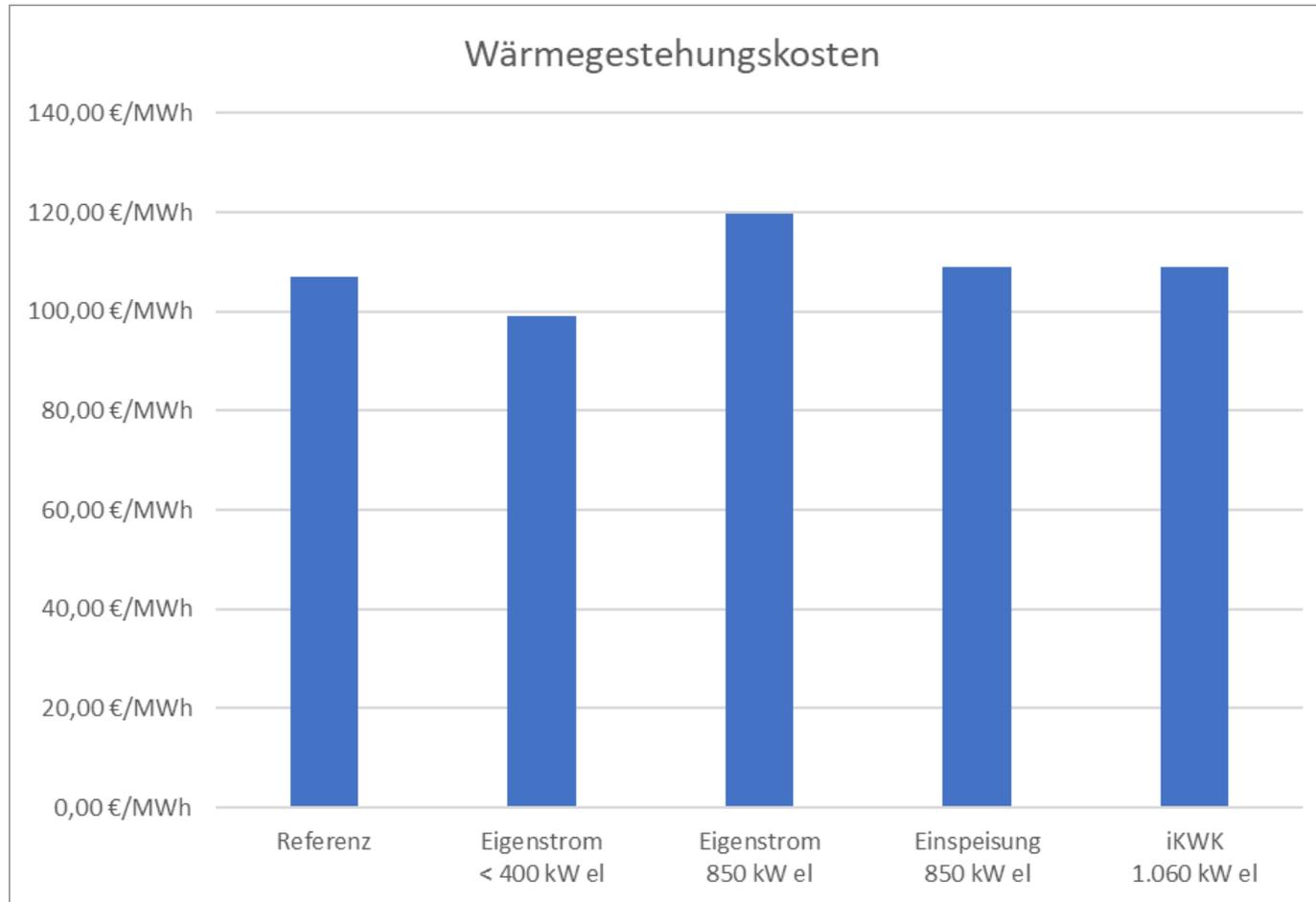
Jährliche Verbrauchskosten



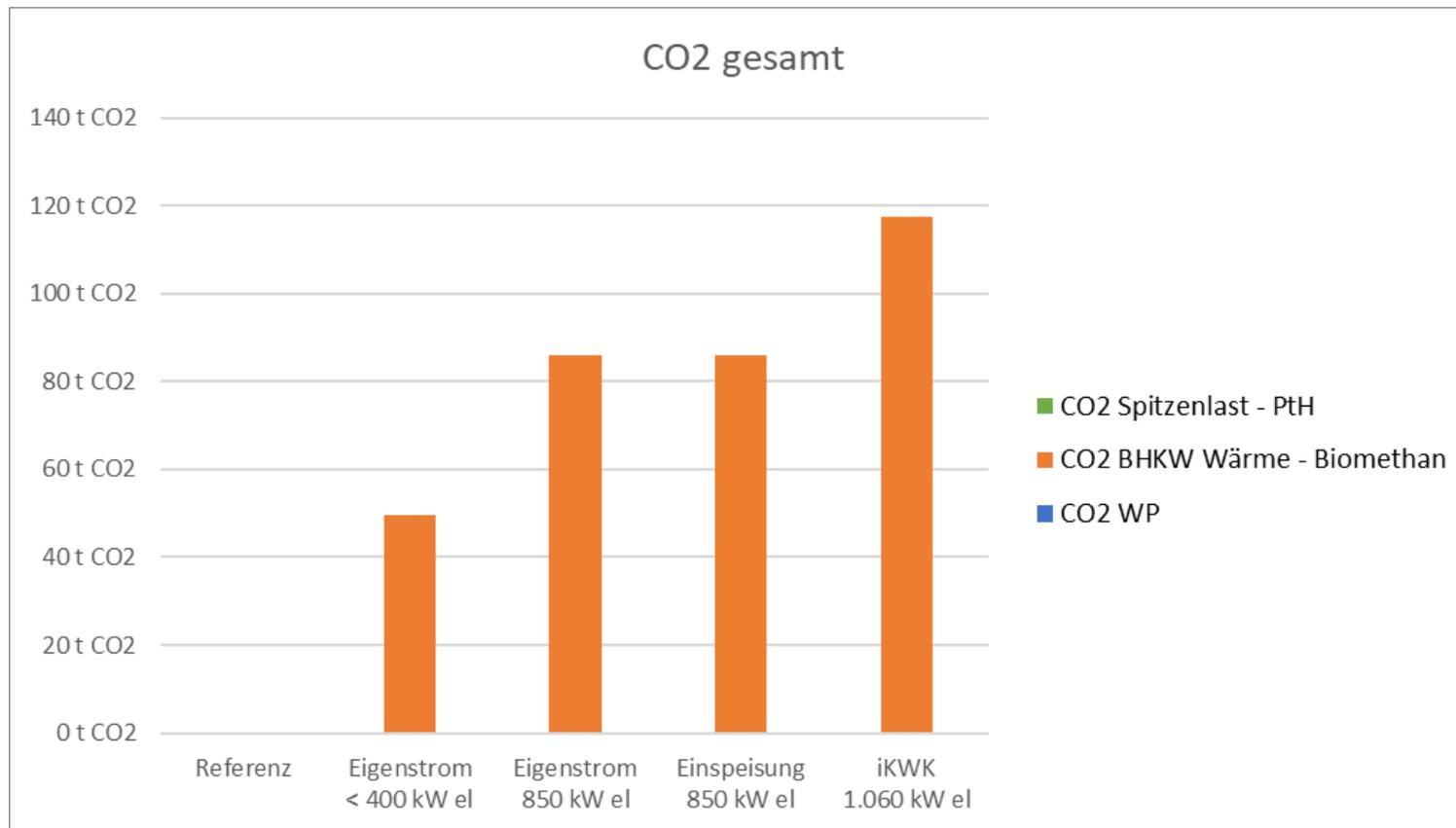
- Annahme: Biomethan und Ökostromtarif
- Einspeisevergütung in Abhängigkeit der KWK-Förderbedingungen

Wärmegestehungskosten

- Annahme: Biomethan und Ökostromtarif



CO2-Emissionen



- Annahme: Biomethan und Ökostromtarif

Ergänzungen

Hydrogen-based Power plant

Gas Turbine Generator Set GPB17 Dual Fuel (100% H2 ◀.....▶ 100% Natural Gas)

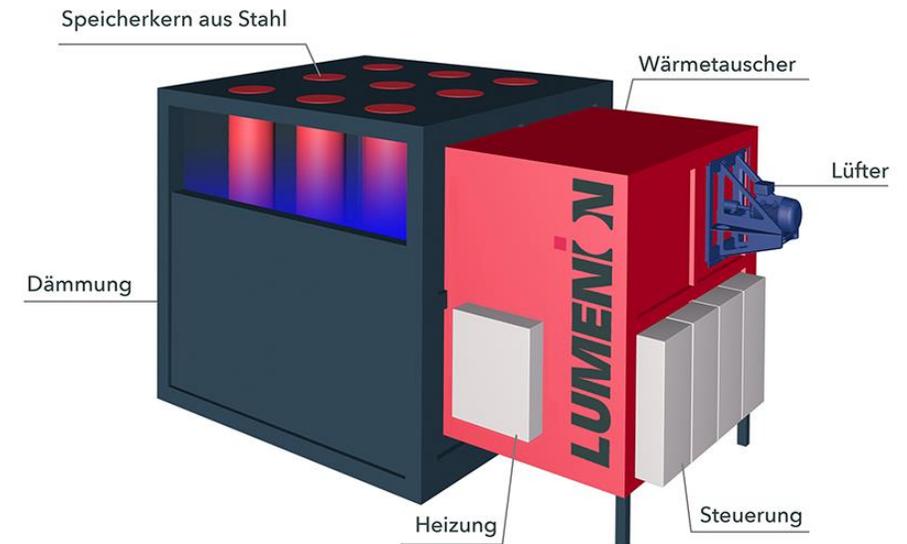
Gas Turbine Type		M1A-17	M1A-17
		Natural Gas	Hydrogen
Fuel type			
Electrical power	kW	1,848	1,902
Fuel input	kW	6,845	6,907
Efficiency	%	27.0	27.5
Exhaust gas mass flow	kg/s	7.98	7.89
Exhaust gas temperature	°C	529	528
Generator voltage	kV	0.4 / 6.3 / 10.5	0.4 / 6.3 / 10.5
Steam mass flow 8 bar(g) saturated	t/h	5.2	5.2
NOx Reduction method		Water injection	Water injection
Emissions (NOx)	ppm	37	73
Emissions (CO2)	%	3	0.0

Performance at 15°C, 60% RH, at Generator Terminal,
Inlet Pressure Loss 0,98 kPa, Exhaust Pressure Loss 2,45 kPa

- Bereitstellung von Warmwasser, Heißwasser oder Dampf (150 bis 350 °C und 5 bis 70 bar) durch Installation eines projektspezifischen Wärmetauschers im Abgaskanal
- Gasturbinen-Generatoren haben weniger Wärme-Kreisläufe als Motoren, damit sind sie deutlich einfacher in Heizsysteme integrierbar, meist höherer Gesamtwirkungsgrad
- Nur jährliche statt 2 - 3 monatige Wartungsintervalle
- KWK auf Grund von vergleichsweise hohen Investitionskosten i.d.R. ungeeignet als Spitzenlastherzeuger

Hochtemperaturspeicher

- Stahlspeicher für hohe Temperatur (bis ca. 650 °C)
- Wirkungsgrad ca. 95 %
- Durch tägliche Verluste durch Wärmeabstrahlung nicht als Saisonspeicher geeignet
- Deutliche höhere Investitionskosten als Warmwasserspeicher (ca. 36.000 €/MWh zu 4.670 €/MWh)
- Empfehlung für Lune Delta
 - Hohes Temperaturniveau im Wärmenetz nicht benötigt
 - Ggf. interessant für einzelne Nutzer mit dezentralem Prozesswärmebedarf



Quelle: Lumenion

Empfehlung Kältenetz aus Endbericht

- Kosten Kälteversorgung
 - Kältenetz für den 1. BA: ca. 2,9 Mio € (Synergien mit dem Wärmenetz z.B. gemeinsamer Rohrgraben berücksichtigt)
 - Zzgl. Spitzenlastkälteerzeuger
 - Zzgl. Betriebs- und verbrauchsabhängige Kosten
- Aktuell unklare Kältebedarfe
 - Für Prozesskälte wird (auf Grund aktuell unbekannter Temperaturniveaus und Leistungen) dezentrale Bereitstellung empfohlen
 - Unklare Bedarfe der Raumklimatisierung, da abhängig von Nutzer und Gebäudesubstanz (alternativ Freie Kühlung, Betonkernaktivierung, außenliegender Sonnenschutz möglich)
 - Je geringer der Bedarf desto weniger lohnt eine dezentrale Bereitstellung
- Optimierung und Empfehlung aus dem Endbericht
 - Auslegung der Kältebereitstellung auf Kopplung mit Wärmeversorgung (zeitgleiche Bereitstellung von Raumkälte und Brauchwarmwasser)
 - Bereitstellung nur in bestimmten Vorzugsgebieten für Kälte
 - Optimierung von Kosten (begrenzt Kältenetz, keine Vorhaltung von Spitzenlastkälte) und Nutzen
- s. hierzu auch Endbericht Kapitel 6.4 und 8.5

Fragen & Diskussion



Vielen Dank!

Wir freuen uns auf den weiteren Austausch mit Ihnen.

