

Präsentation Wärmerversorgung Bad Saulgau

Los 1-3 (Erzeugung, Netz, Architektur)

GR - 16.05.2024

Knecht Ingenieure GmbH

Im Öschle 8

87499 Wildpoldsried

Tel.: 08304 / 92 93 05 – 0

E-mail: info@knecht-ingenieure.de

Internet: www.knecht-ingenieure.de

Agenda

Netzplanung

- 1) Stand Interessensbekundungen
- 2) Versorgungsgebiete
- 3) Wärmekunden /-senken
- 4) Fernwärmetrasse
- 5) Bauabschnitte
- 6) Netztemperaturen
- 7) Kostenberechnung

Wärmeerzeugung und Architektur

- 1) Erzeugerstruktur
- 2) Wärmepumpe Sonnenhof-Therme
- 3) Hackgutkessel Heizzentrale Herdgrube
- 4) Architektur Heizzentrale Herdgrube
- 5) Gebäudenahe PV-Nutzung
Heizzentrale Herdgrube
- 6) Kostenberechnung

Fazit Gesamtprojekt

Netzplanung

Netzplanung

Potentielle Abnehmer setzen sich zusammen aus:

Bestandskunden

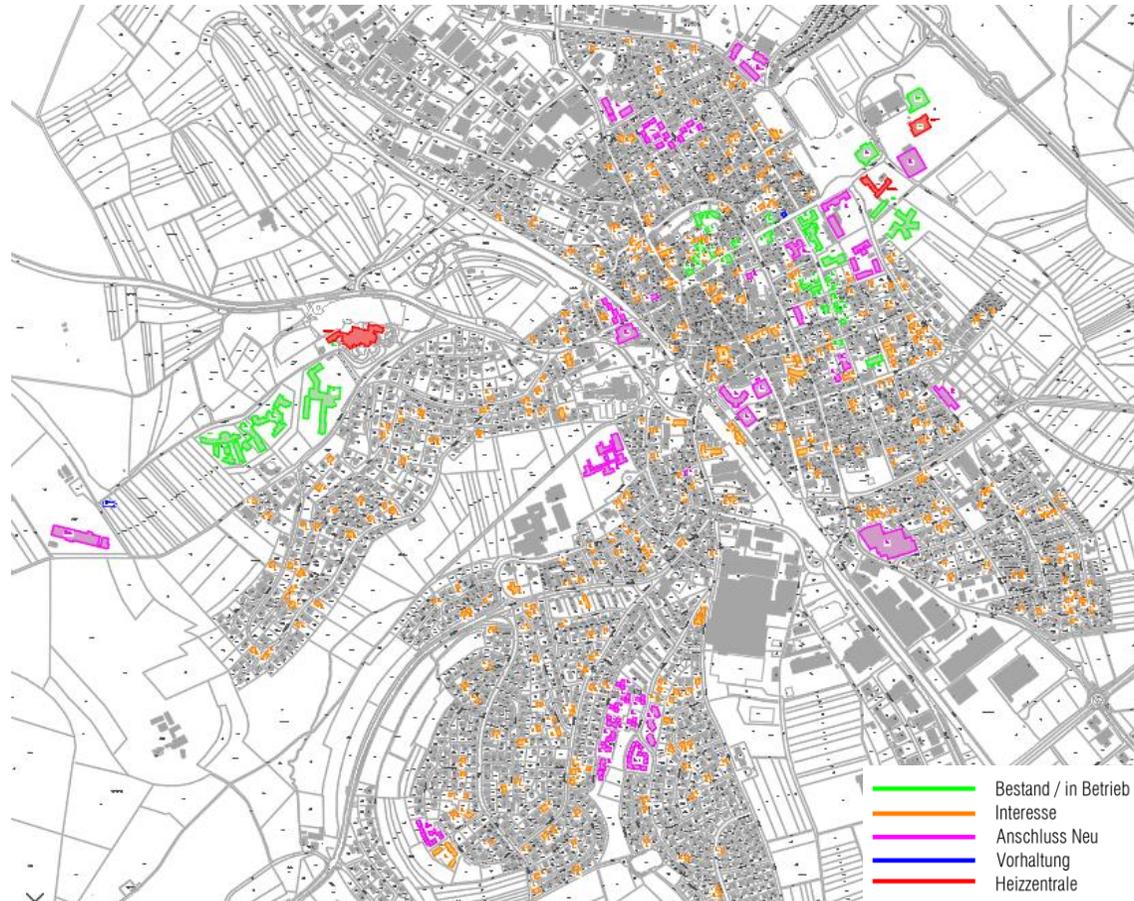
Ankerkunden

Interessenten (Interessensbekundungen)

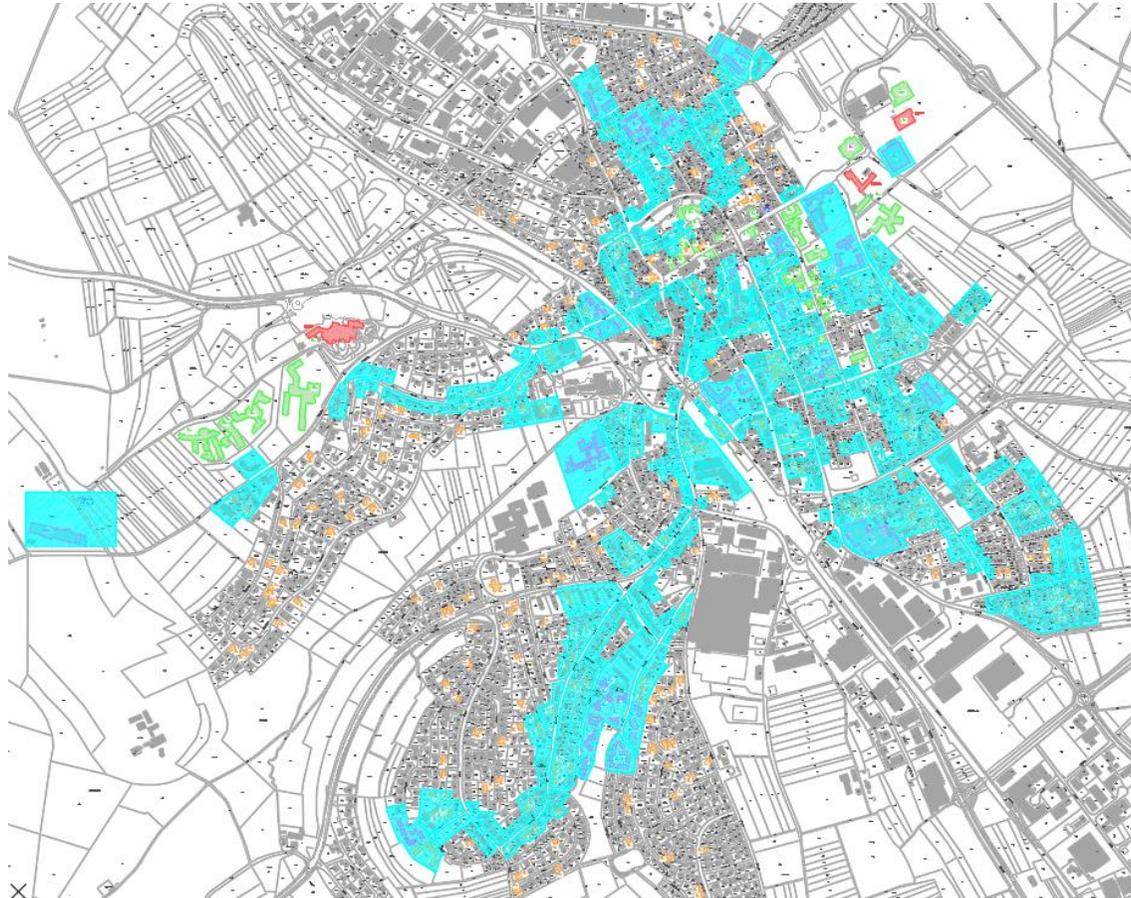
Anschlussnehmer innerhalb Versorgungsgebiete (bei angenommener Anschlussquote)

1) Stand Interessensbekundungen

ca. 340 Stück
(Stand 29.02.2024)



2) Versorgungsgebiete



3) Wärmekunden /-senken

- Interessenten innerhalb Versorgungsgebiete (100%)	213 Stk.
- Ankerkunden (100 %)	68 Stk.
- Anschlussnehmer innerhalb Versorgungsgebiete (bei angenommener Anschlussquoten 50% bzw. 75 %)	412 Stk.
Zwischensumme Anschlussnehmer NEU	693 Stk.
- Bestandskunden	37 Stk.
Summe Anschlussnehmer Gesamt	730 Stk.

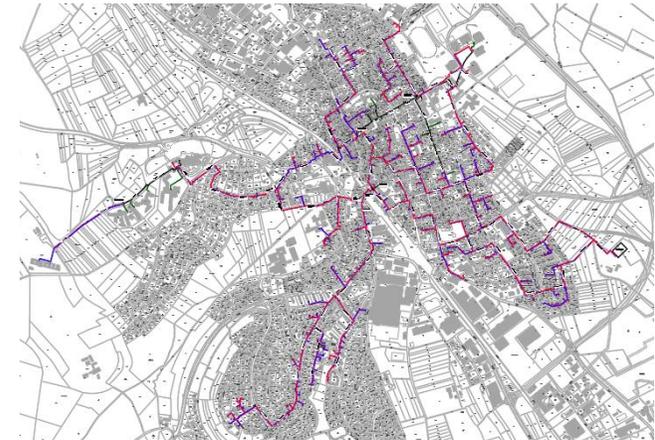
Gesamt			Leistung in kW (GLZ 100%)	Wärmemenge in kWh
Südlich Buchmacherstraße	Summe		2.256,3	4.603.808
Kliniken	Summe		5.341,8	10.325.197
Schulgebiet LRA	Summe		890,5	1.548.455
Seewatten	Summe		2.214,4	4.395.862
Wohngebiet "am Roßgarten"	Summe		830,7	1.744.406
Wohn- und Gewerbegebiet	Summe		1.719,2	3.174.777
Wohn- und Kernstdtgebiet	Summe		4.747,1	9.075.619
Liebfrauenstraße	Summe		6.902,2	10.991.200
Gewerbegebiet Mitte	Summe		314,9	338.000
	Gesamt		25.217,0	46.197.324

4) Fernwärmetrasse

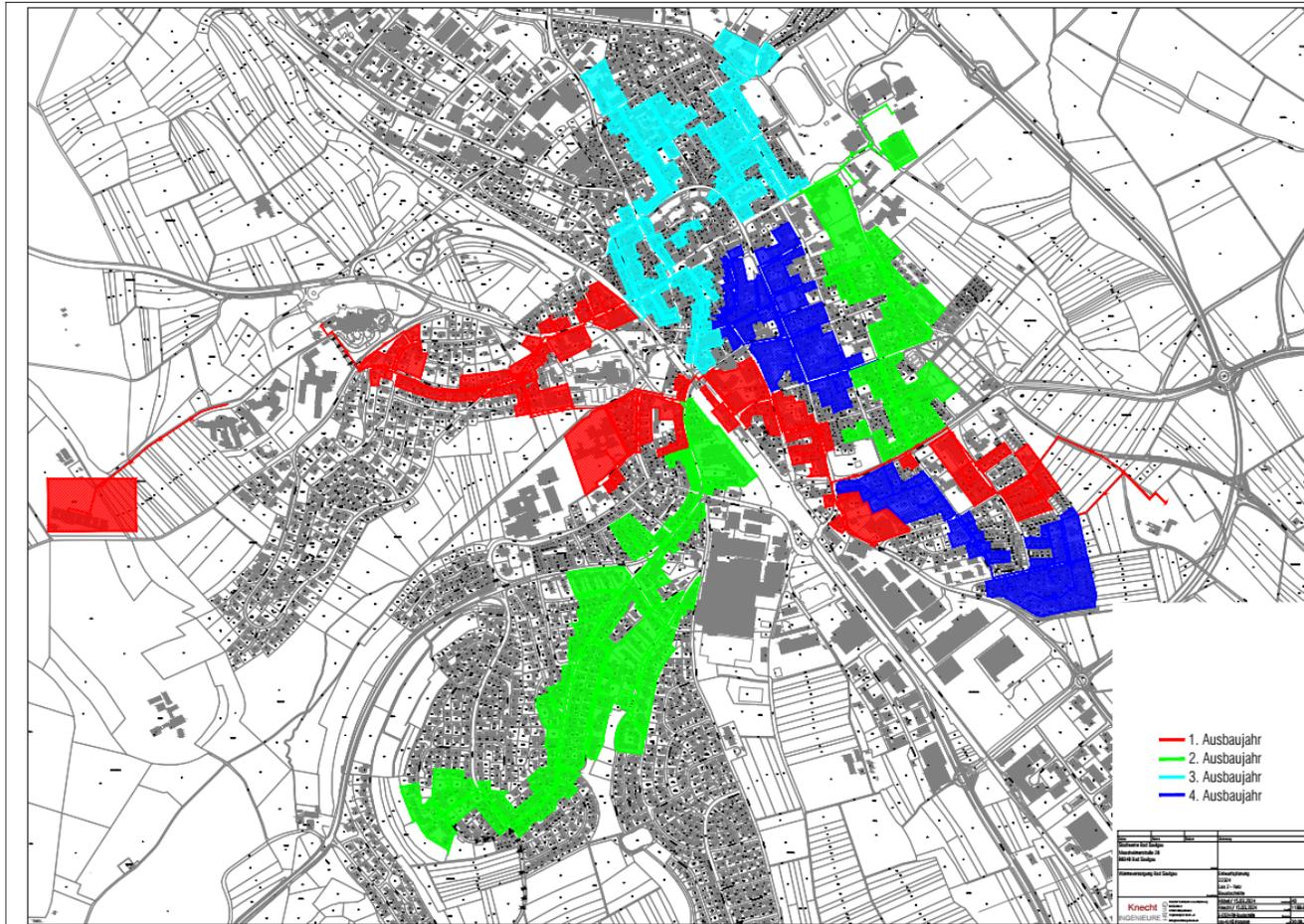
Wärmenetz

- Trassenlänge Wärmeverteilungen gemäß Planung Wärmenetz*	16.675,70 m
- Trassenlänge Hausanschlussleitungen gemäß Planung Wärmenetz*	4.529,30 m
- Potentielle Trassenlänge Wärmeverteilungen gemäß Hochrechnung 412 Stk. x 5,2 Meter =	2.142,40 m
- Potentielle Trassenlänge Hausanschlussleitungen gemäß Hochrechnung 412 Stk. x 15 Meter =	6.180,00 m
<hr/>	
Summe Trassenlänge Wärmeverteilungen NEU	18.818,10 m
Summe Trassenlänge Hausanschlussleitungen NEU	10.709,30 m
- Trassenlänge Wärmeverteilungen Bestandsnetz (hydraulisch Eingebunden) ¹⁾	1.167,00 m
- Trassenlänge Hausanschlussleitungen Bestandsnetz (hydraulisch Eingebunden)	475,00 m
- Trassenlänge Wärmeverteilungen Bestandsnetz (hydraulisch Getrennt)	751,10 m
- Trassenlänge Hausanschlussleitungen Bestandsnetz (hydraulisch Getrennt)	258,10 m

Summe Trassenlänge Wärmeverteilungen - BEW-Förderung	19.985,10 m
Summe Trassenlänge Hausanschlussleitungen - BEW-Förderung	10.709,30 m



5) Bauabschnitte



Wärmeerzeugung und Architektur

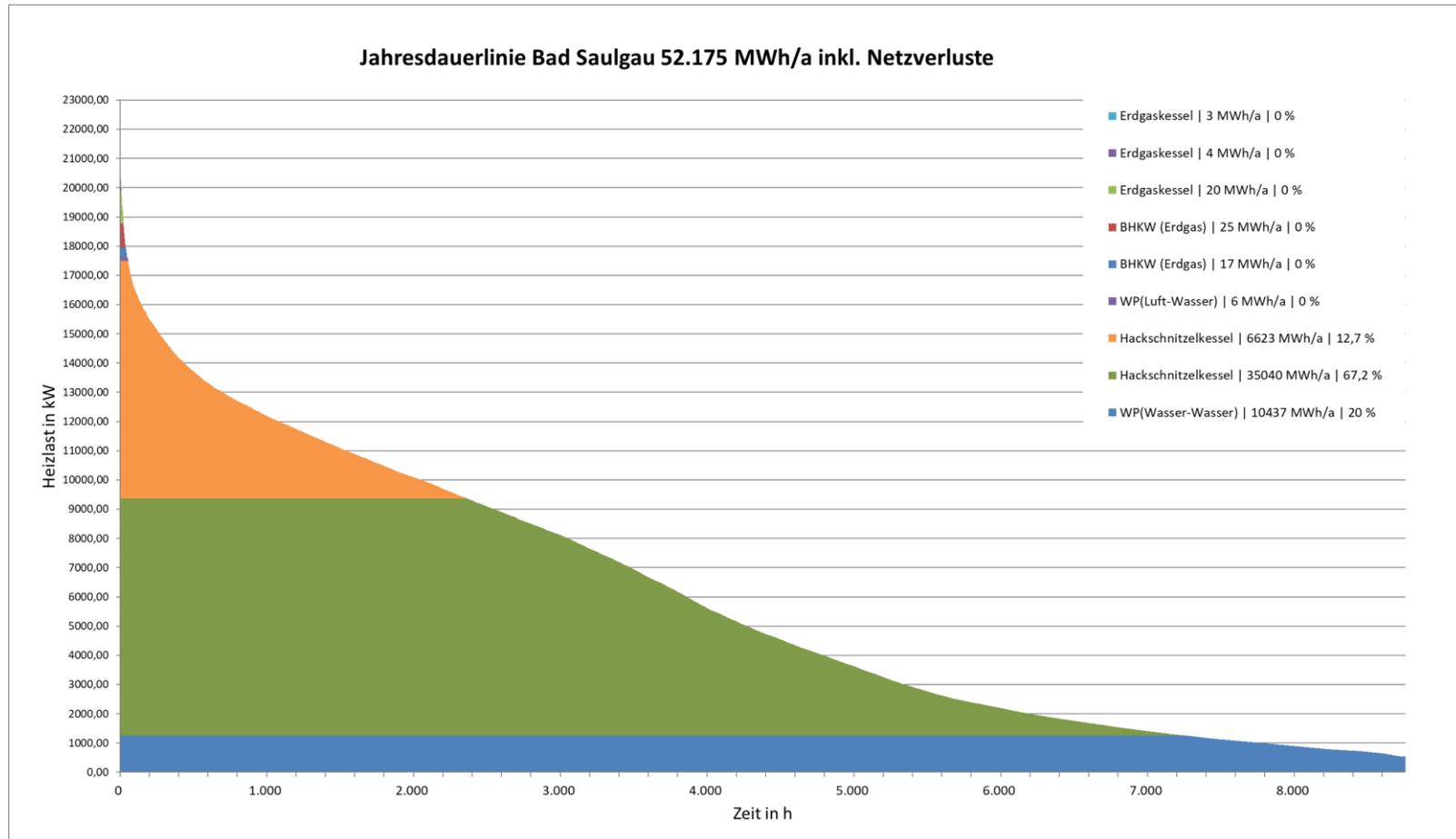
1) Erzeuger-Struktur

Planung neuer Wärmeerzeuger:

- Bedarf: **21,860 MW (- 6,455 MW) = 15,405 – 21,860 MW**
- Neue Wärmeerzeuger in Reihenfolge des Einsatzes und deren Anteil:

– Wärmepumpe Sonnenhoftherme	1,250 MW	20 %
– Hackgutkessel 2 Stk. inkl. Luftvorwärmung:	16,240 MW	80 %
– Luft-WP zur Rückkühlung Abwärme Heizzentrale:	0,025 MW	< 1 %
- Spitzenlast (Reserve) Bedarf an Bestand: **4,325 MW** von 6,455 MW < 1 %

1) Erzeuger-Struktur



2) Wärmepumpe Sonnenhoftherme

Grundlagen:

- WP sollte ganzjährig betrieben werden, um abgebadetes Wasser auf unter 20°C zu kühlen
- Mittlerer Volumenstrom des abgebadeten Wassers:
 - Differenz aus Fördervolumen und Abwasser 2013-2023: 411.088 m³/a = **48,25 m³/h**
 - Volumenstrom aus den Schwimmbecken muss verstetigt werden
- Mittlere Temperatur des abgebadeten Wassers:
 - gemäß Energiegutachten Fritz Planung GmbH: 36 °C
 - gemäß Datenlogger nach „Abwasser“-Doppelpumpe: 28,87 °C
 - gewählte Auslegungstemperatur als Mittelwert: **32,44 °C**

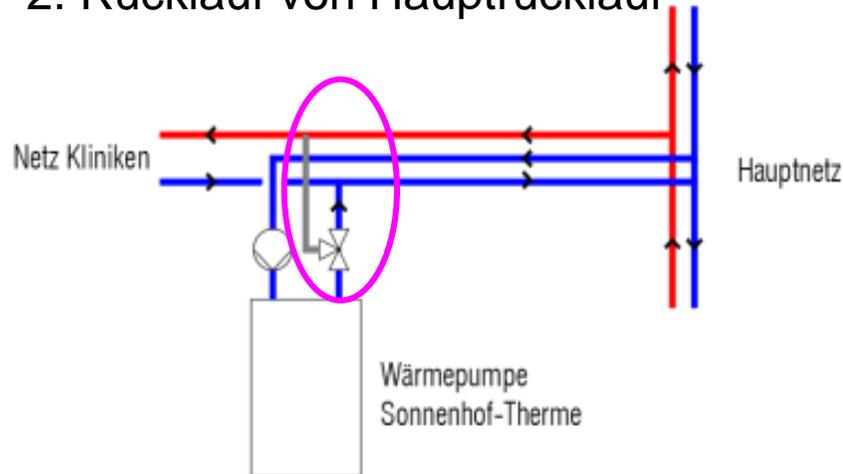
2) Wärmepumpe Sonnenhoftherme

„Komplexe“ Einbindung zur Erhöhung von Effizienz und Wirtschaftlichkeit

Winter:

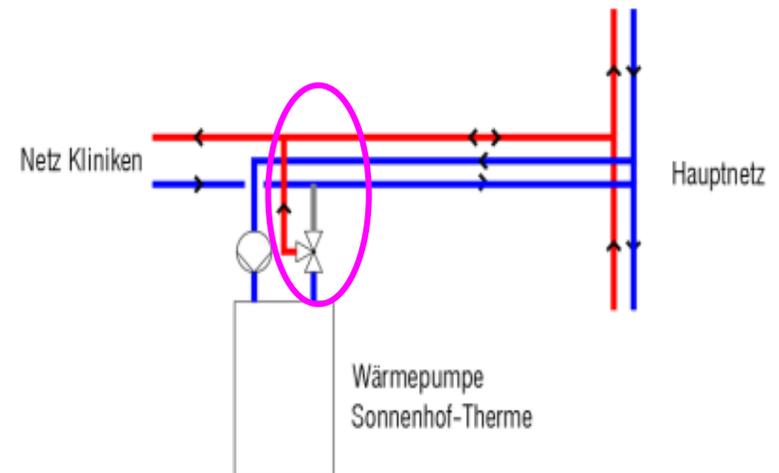
Rücklaufanhebung mit

2. Rücklauf von Hauptrücklauf



Sommer:

Einspeisung in Vorlauf



2) Wärmepumpe Sonnenhoftherme

Neue Auslegung:

Zwei Zielvorgaben seitens Stadtwerke BS:

- Abkühlung auf **15 °C**
- Anteil am Netzwärmebedarf von **20 %** (oder mehr)
 - => Netzwärmebedarf: 52.175 MWh/a
 - => Anteil WP: 10.435 MWh/a
 - => mittlere Leistung: **1.225 kW**

Modell: DualPAC HPX 712 SMC 112 S

Betriebspunkt

Quellentemperaturen-1:	35/15 °C
Zwischenkreistemperaturen-2:	32/12 °C
Heizwassertemperaturen-3:	85/55 °C
Auslastung Hochdruckverdichter:	100 %
Auslastung Niederdruckverdichter:	84 %
Heizleistung:	1460 kW
Kälteleistung:	1070 kW
Leistungsaufnahme Frequenzumformer:	425 kW
COP	3,43

Volllast

Volumenstrom Verflüssiger:	42 m³/h
Druckverlust Verflüssiger:	70 kPa
Volumenstrom Verdampfer:	46 m³/h
Druckverlust Verdampfer:	26 kPa

Alte Auslegung aus LP 2



Abbildung ähnlich

Wärmequelle: 48,25 m³/h konstant

Variante	WP	Winter						Sommer					
		Wärmesenke		Wärmequelle		Heizleistung	COP	Wärmesenke		Wärmequelle		Heizleistung	COP
WP	WP-Vorlauf	WP-Rücklauf	WP-Vorlauf	WP-Rücklauf	WP-Vorlauf			WP-Rücklauf	WP-Vorlauf	WP-Rücklauf	WP-Vorlauf		
3 Volllast	DualPAC 106 112 E	63 °C	53 °C	32,44 °C	12,40 °C	1455	4,07	75 °C	53 °C	32,44 °C	13,90 °C	1389	3,67
3 Teillast	DualPAC 106 112 E	63 °C	53 °C	32,44 °C	<u>15,00 °C</u>	1238	4,38	75 °C	53 °C	32,44 °C	<u>15,60 °C</u>	1250	3,80

2) Wärmepumpe Sonnenhoftherme

Projektbezogene Rohstoffkosten im Vergleich:

- Hackgut: 18 €/srm; 680 kWh/srm, $\eta=85\%$ => **3,11 Cent/kWh**
 - WP bei 22,76 Cent/kWh_{el} und COP 4,18 => 5,44 Cent/kWh
 - Förderung Wärmepumpe:
 - 3,24 Cent/kWh (10 Jahre)
 - 1,62 Cent/kWh (20 Jahre)
- = **3,82 Cent/kWh**

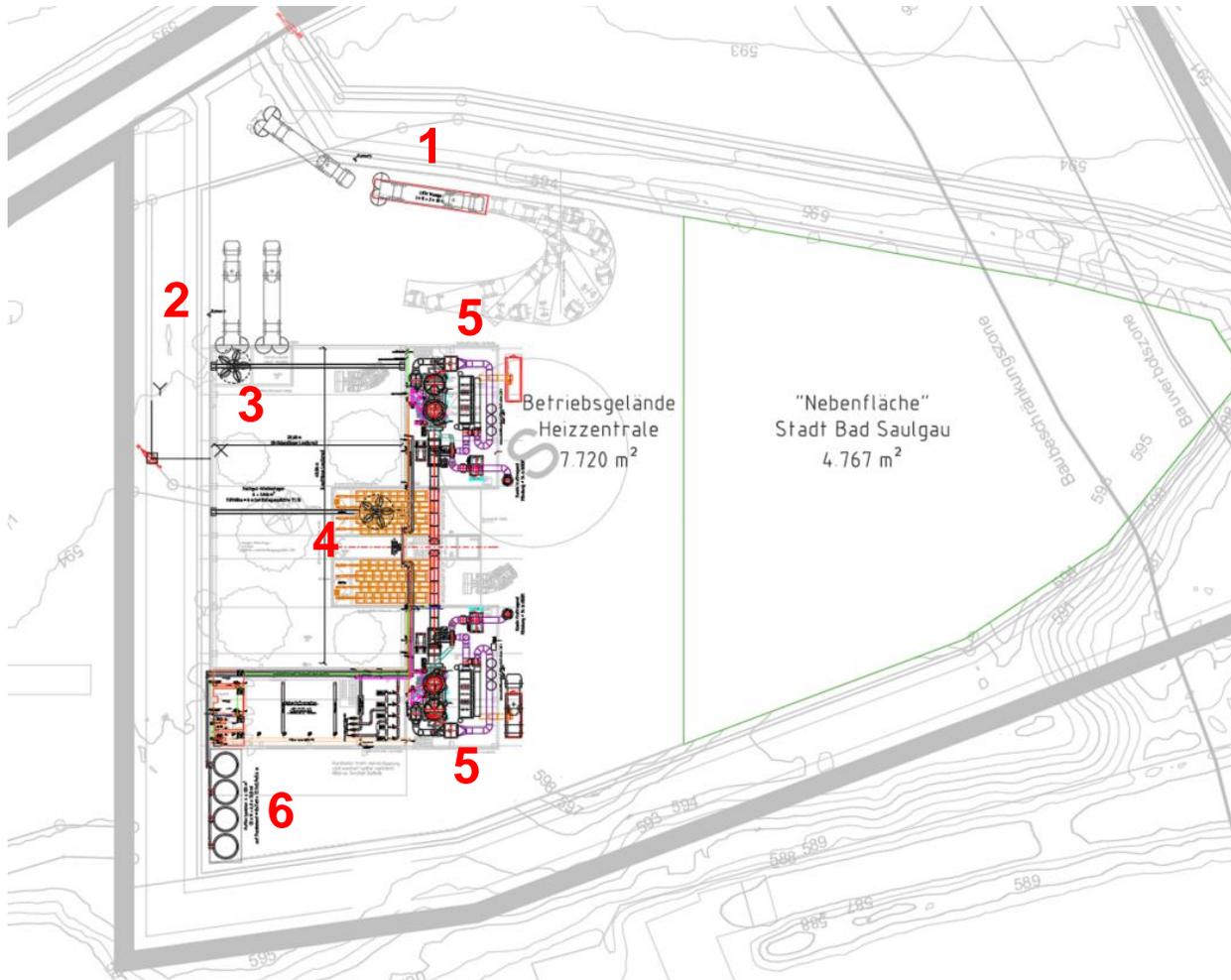
Folgerung:

Wärme aus Wärmepumpe nach derzeitiger Grundlage trotz Förderung der Betriebskosten (Strom) teurer, als die Wärme aus Hackgutkesseln, aber:

Abkühlungsverpflichtung des abgedampten Thermalwassers (aktuelle Mehrkosten ca. 75.000 EUR/a)

SCOP	Netzbezug		EE ohne Netzdurchleitung	
	Förderbetrag Cent/kWh _{th(Quelle)}	Förderbetrag Cent/kWh _{th(Senke)}	Förderbetrag Cent/kWh _{th(Quelle)}	Förderbetrag Cent/kWh _{th(Senke)}
-				
1,50	26,70	18,92	4,60	3,26
2,00	13,55	9,60	3,60	2,55
2,50	9,17	6,50	3,00	2,13
3,00	6,98	4,94	2,60	1,84
3,50	5,66	4,01	2,31	1,64
3,80	5,10	3,61	Sommerbetrieb	(35 % des Jahres)
4,00	4,78	3,39	2,10	1,49
4,38	4,29	3,04	Winterbetrieb	(65 % des Jahres)
4,50	4,16	2,95	1,93	1,37
5,00	3,69	2,61	1,80	1,28
4,18	4,57	3,24	Mittlerer Förderbetrag	

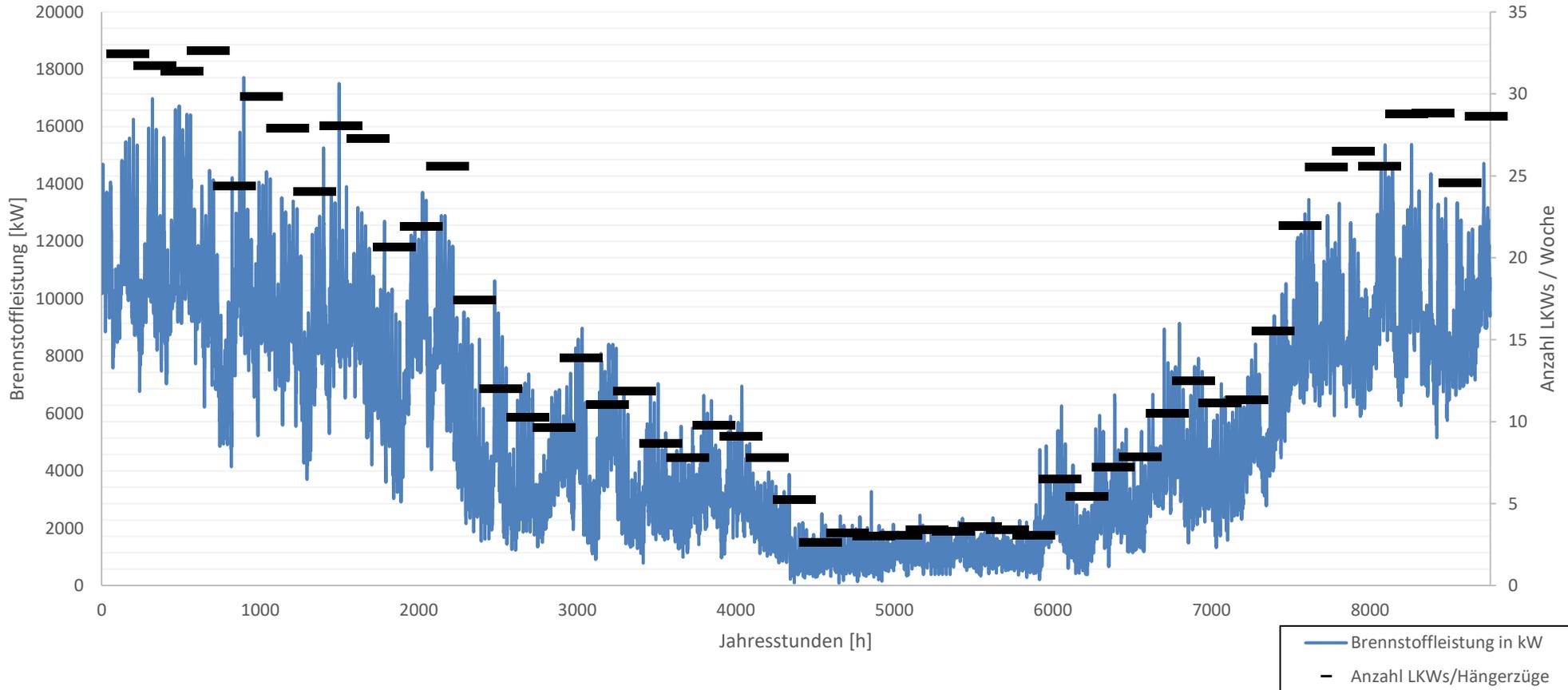
3) Hackgutkessel Heizzentrale Herdgrube



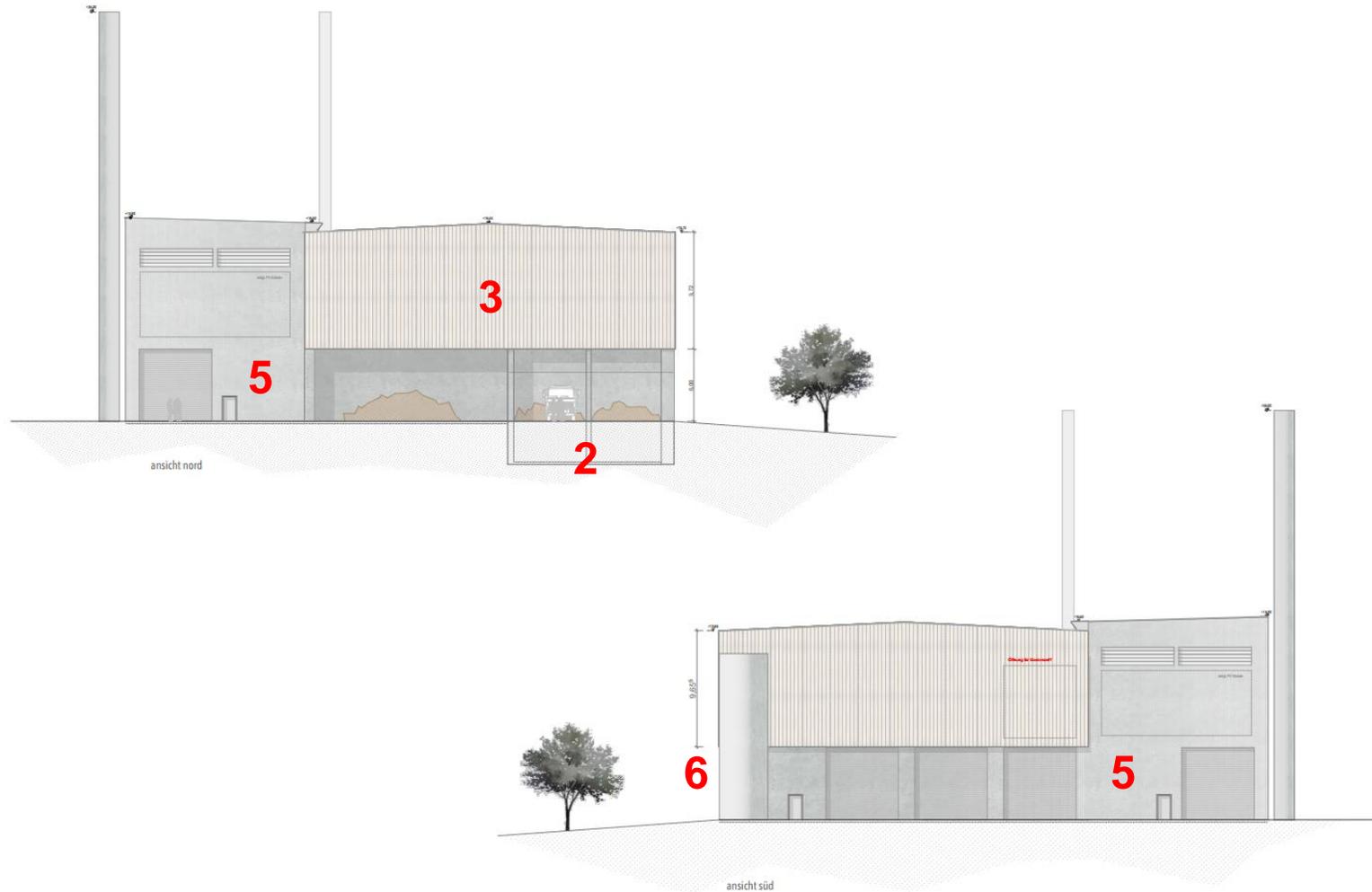
1. **Wiegung**
2. **Abwurf in Mulde**
3. **Wochenlager**
 - **1.200 m² Fläche**
 - **5.175 smr Volumen**
 - **Automatikkrane für Brennstofflogistik**
4. **Tagesbunker je Kessel**
5. **Hackgutkessel**
6. **Pufferspeicher 480 m³ u. Übergabe in das Netz**
7. **(Leitwarte, Pausenraum, Seminarraum)**

3) Hackgutkessel Heizzentrale Herdgrube

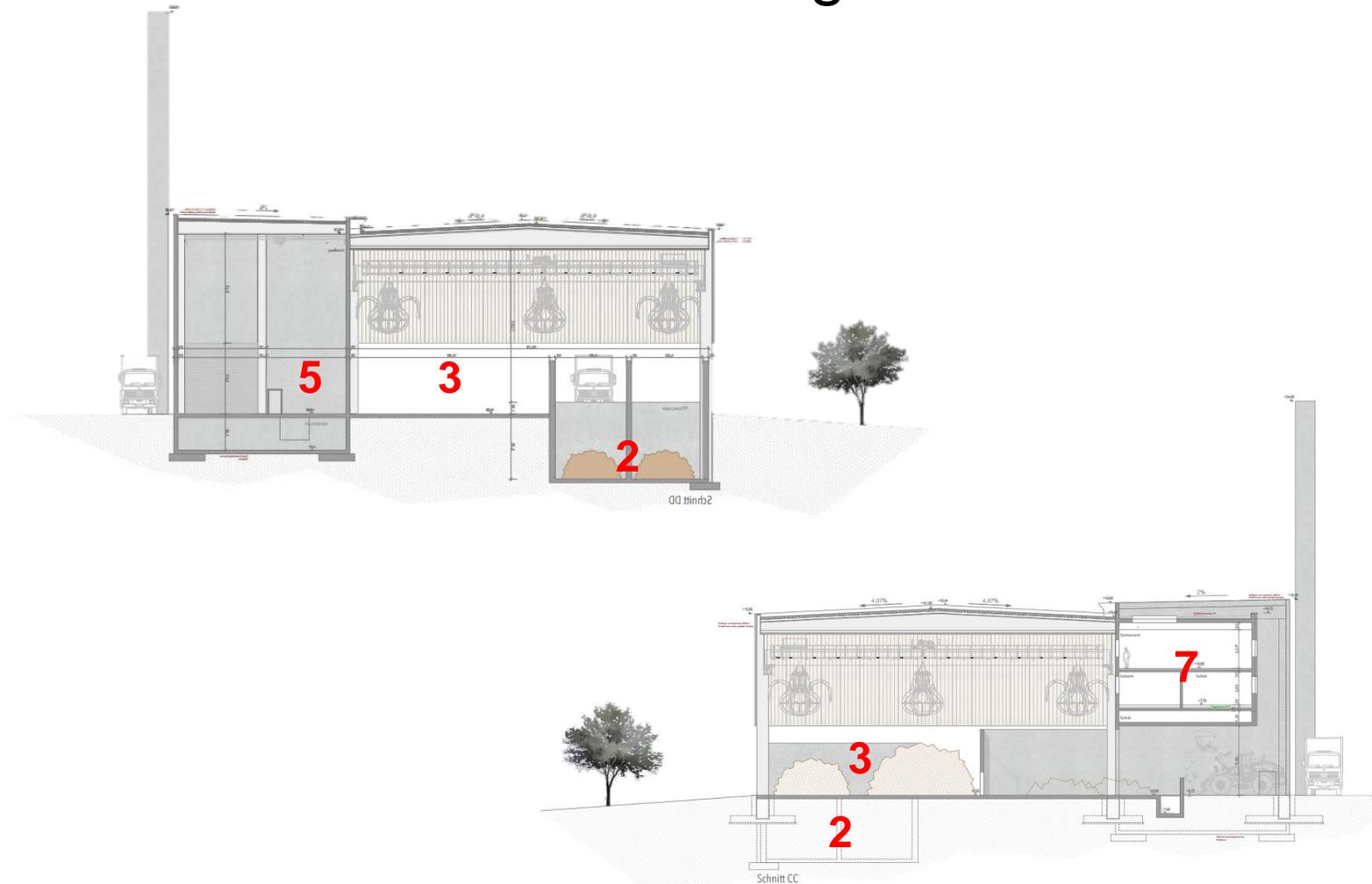
Verbrennungswärmeleistung und Anzahl LKWs (80 srm/LKW)



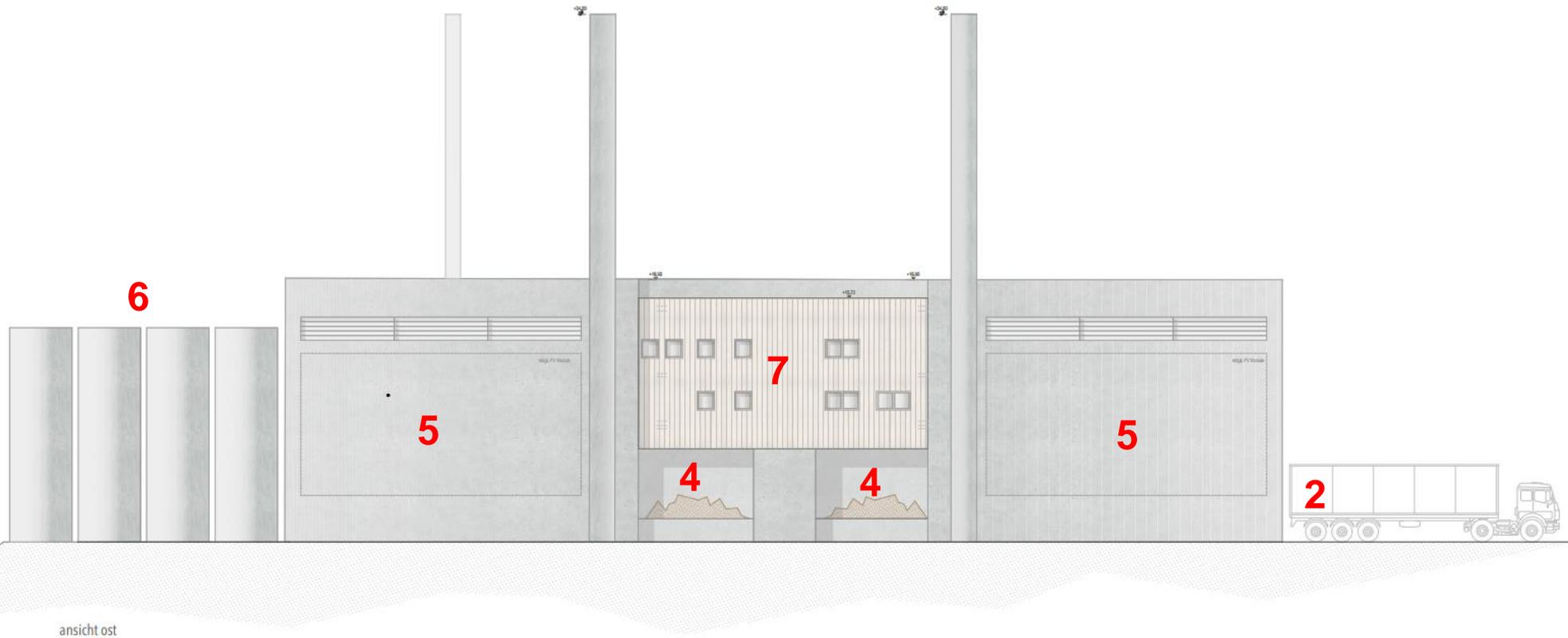
4) Architektur Heizzentrale Herdgrube



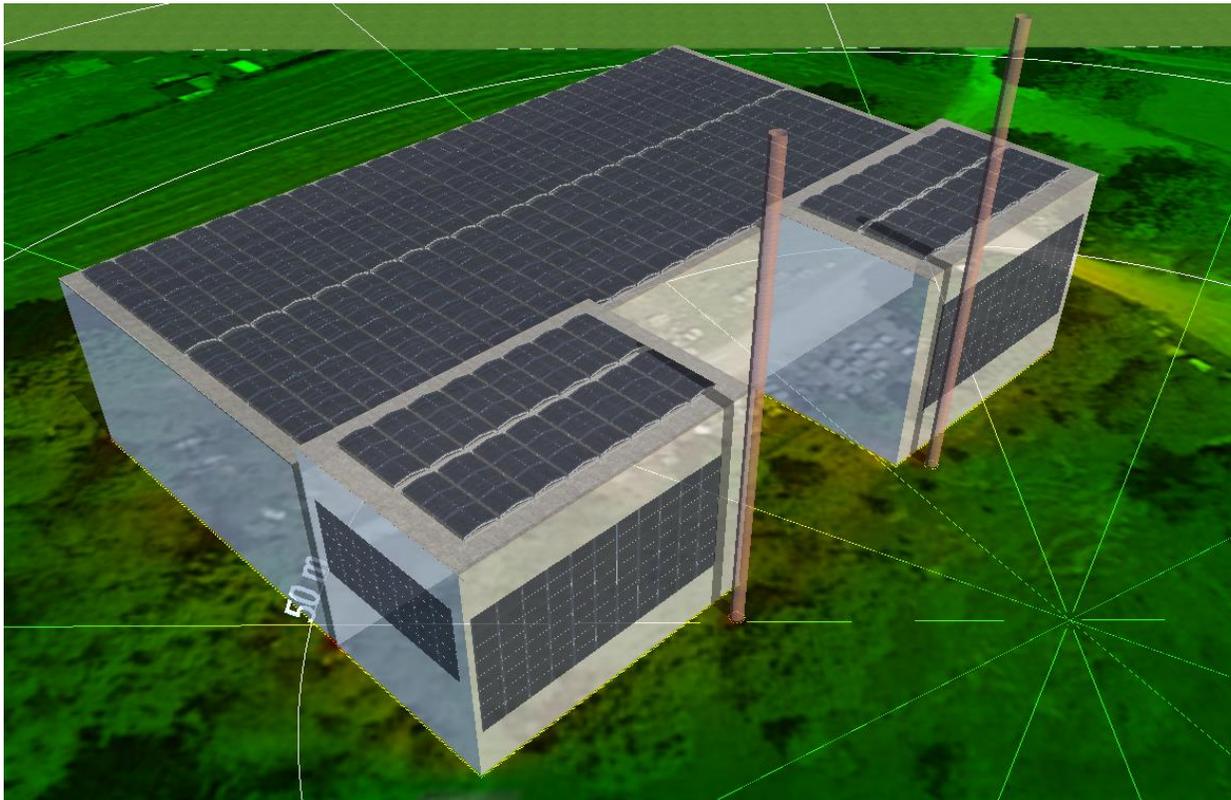
4) Architektur Heizzentrale Herdgrube



4) Architektur Heizzentrale Herdgrube



5) Gebäudenahe PV-Nutzung Heizzentrale Herdgrube



Kennwerte PV / Strom

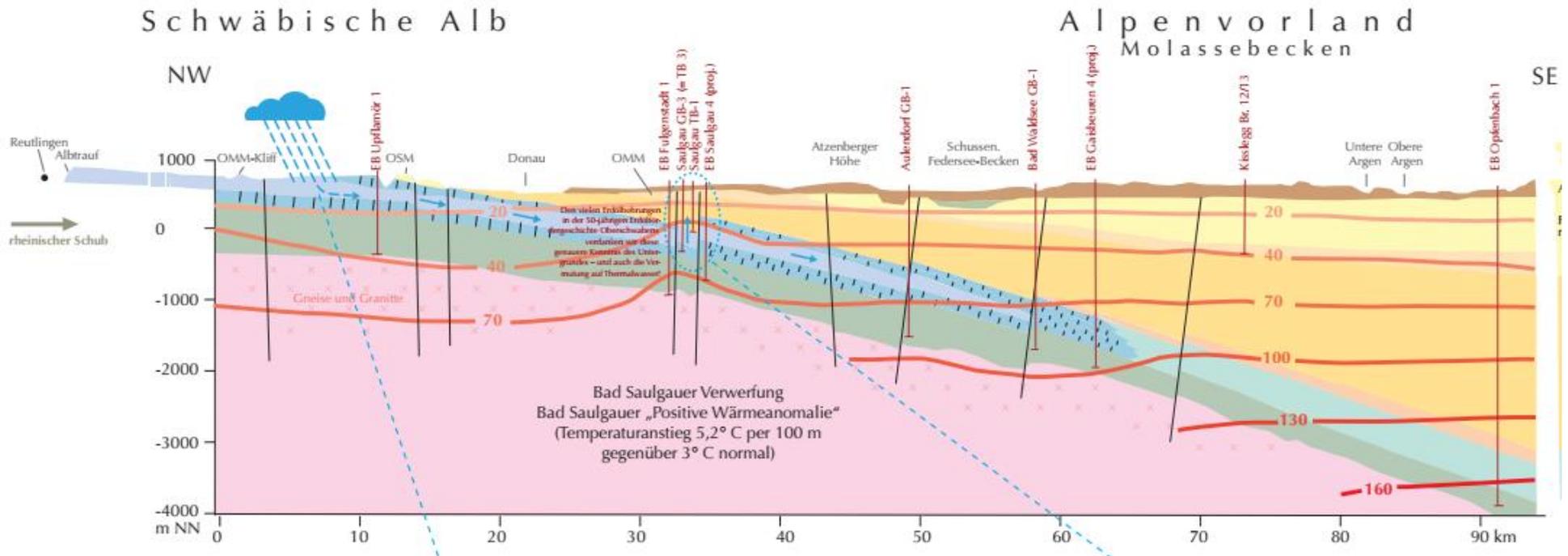
- ≈ 1.200 Stk. PV-Module
- ≈ 535 kWp installierte Leistung
- ≈ 525 MWh/a erzeugter Strom
- ≈ 900 MWh/a benötigter Strom
- $\approx 40\%$ Eigenstromverbrauch
- $\approx 22\%$ Autarkiegrad

6) Kostenberechnung - Gesamtprojekt

<u>Projektkosten (netto ca.)</u>	<u>72.000.000 €</u>
01 Netz - Tief- und Rohleitungsbau	40.000.000 €
02 Erzeugung - Heizwerk	19.000.000 €
03 Verkehr, Ver- und Entsorgung	2.000.000 €
04 Breitband-Wirknetz, Messen, Steuern, Regeln	4.000.000 €
05 Baunebenkosten	7.000.000 €
abzgl. potentielle Förderung (40 % nach BEW)	- 29.000.000 €
<u>Projektkosten nach Förderung (netto ca.)</u>	<u>43.000.000 €</u>

Ausblick Wärmeerzeugung

Zukünftige Transformation zu verbrennungsfreier Wärmeerzeugung
mittels Tiefengeothermie
in Vorbereitung (Prof. Königsdorf/Prof. Walker-Hertkorn)



Fazit Gesamtprojekt

- Zukunftsorientiertes Projekt am Ball der Zeit
- Breit aufgestellte Wärmeerzeugung mit regionaler Wertschöpfung
- Berücksichtigung von zukünftigen Potentialen und Chancen z.B. Tiefen-Geothermie
- Herausforderungen in der Umsetzung (z.B. Zeit Netzbau) nicht zu leugnen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!