

PLANUNGSBERICHT

FERNWÄRMEVERSORGUNG

„KONZEPTION - GROSS“

STADT BAD SAULGAU

Fördermittelgeber Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
Referat 514 – Energieaudit, Wärmenetze, Einsparzähler
Frankfurter Straße 29-35
65760 Eschborn

Gefördert durch



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Förderprogramm: Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW)
Modul 1

Bewilligungszeitraum 07.11.2022 bis 10.11.2024

Vorgangsnummer BEW 70000035

Fördermittelempfänger Stadtwerke Bad Saulgau
Moosheimer Straße 28
88348 Bad Saulgau



Ansprechpartner Herr Johannes Übelhör
Bereichsleiter Technik/ Stadtwerke Bad Saulgau
Tel. 07581 506-110
Mail: johannes.uebelhoer@stadtwerke-bad-saulgau.de

Bad Saulgau, November 2024

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Inhalt

1	WÄRMEERZEUGUNG	7
1.1	Heizzentralen.....	7
1.2	Förderfähige Erzeugungsanlagen	7
1.2.1	Biomassekessel (Hackgutkessel)	9
1.2.2	Großwärmepumpe an der Sonnenhof-Therme (Abgebadetes Thermalwasser)	11
1.2.3	Wärmepumpe in der Heizzentrale (Rückkühlung ELT).....	13
1.2.4	Wärmepumpe im Hallenbad (Geothermienutzung GB2).....	13
1.2.5	Fossile Spitzenlast (Bestandsanlagen).....	15
1.2.6	Besicherungsanlage.....	16
1.3	Aufstellung der Wärmespeicher	16
1.1	Jahresdauerlinie	17
1.2	Einspeisepunkte und Einbindung der Anlagen in das Wärmenetz	19
2	NEUE HEIZZENTRALE AM STANDORT HERDGRUBE	19
2.1	Allgemeines	19
2.1	Betriebsgelände: Hoffläche und Zufahrt	20
2.2	Gebäude	21
2.3	Entwässerung und Trinkwasserhygiene	24
2.4	Gebäudebeheizung	25
2.4.1	Beheizung Lager (Ersatzteile) und Abfuhr Verlustwärme aus Hackgutkesselhäusern.....	25
2.4.2	Beheizung der Räume innerhalb der thermischen Gebäudehülle	26
2.5	Brennstoff und Anlieferung.....	26
2.6	PV-Nutzung.....	28
3	WÄRMESENKEN/-KUNDEN	29
4	WÄRMENETZ	34
4.1	Trassenführung und -ausgestaltung.....	34
4.1.1	Versorgungsgebiet und Netzlängen	34
4.1.2	Netzaufbau	35
4.1.3	Art der Rohrleitung, Dämmung und Dimensionierung (DN).....	35
4.1.4	Netztemperaturen.....	37
4.1.5	Netzfahrweise.....	37

Planungsbericht – BEW-Modul 1

4.1.6	Netzverluste	37
4.2	Weitere Netzkomponenten	37
4.2.1	Pumpen	37
4.2.2	Netzregelung	37
4.2.3	Druckhaltung	38
4.2.4	Nachspeisung	38
4.2.5	Leckageüberwachung.....	38
4.2.6	Wasserqualität	38
4.3	Armaturen	39
4.4	Netzsimulation	39
4.4.1	Eingangsparameter	39
4.4.2	Ergebnisse der Netzsimulation.....	40
4.5	Tiefbauarbeiten und Rohrleitungsbauarbeiten.....	43
4.5.1	Spartenabstimmung	43
4.5.2	Verlegemethoden.....	43
4.5.3	Tiefbauarbeiten	44
5	MESS-, STEUERUNGS- UND REGELUNGSTECHNIK INKL. DIGITALISIERUNG.....	44
5.1	Ausstattung Prozessleitsystem.....	44
5.2	Aufschaltungen / Anforderungen Prozessleitsystem	44
5.3	Aufbau und Struktur Prozessleittechnik.....	46
5.3.1	Grundfunktionen und Anforderungen Prozessleitsystem	46
5.3.2	Anforderungen bzw. Software-Funktionen.....	47
5.3.3	Visualisierung	49
5.4	Schnittstellen, Schnittstellen-Protokolle	51
5.5	Begleitkabelsystem Glasfaser	51
5.5.1	Allgemeiner Aufbau.....	52
5.5.2	Verlegung und Komponenten Glasfasernetz	52
5.5.3	Komponenten Glasfaser	52
5.5.4	Topologie Glasfasernetz	53
6	GUTACHTEN UND GENEHMIGUNGSFÄHIGKEIT.....	54
6.1	Vorbereitende Maßnahmen und Gutachten	54

Planungsbericht – BEW-Modul 1

6.1.1	Artenschutz	55
6.1.2	Geotechnische Voruntersuchungen	56
6.1.3	Kampfmittelprüfung	59
6.1.4	Brandschutzkonzept	60
6.1.5	Risikobewertung Hochwasser/Starkregen	61
6.1.6	Voruntersuchungen Bau der Wärmetrasse	62
6.2	Genehmigungen	62
6.2.1	Vorbereitende Gespräche mit der Genehmigungsbehörde	62
6.2.2	Bundesimmissionsschutzgesetz	63
6.2.3	Bauantrag „Heizzentrale Neu“	66
6.2.4	Großwärmepumpe an der Sonnenhof-Therme	67
6.2.5	TEWS an der Bohrung GB2	67
7	WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG	67
7.1	Eigentümer/Betreiber	67
7.2	Kostenberechnung auf Grundlage der Entwurfsplanung nach DIN 276	67
7.3	Darlegung der wirtschaftlichen Umsetzbarkeit des Vorhabens	71
8	ZEIT- UND RESSOURCENPLAN	73
8.1	Bauabschnitte Heizzentrale: Stufenweise Installation der Biomassekessel	73
8.2	Bauabschnitte Wärmenetz	73
8.3	Meilenstein- und Ressourcenplan	75

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Abkürzungsverzeichnis

ABKM	Absorptionskältemaschine
Abs.	Absatz
Anh.	Anhang
AQ	Anschlussquote
BauGB	Baugesetzbuch
BImSchG	Bundes-Immissionsschutz-Gesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutz-Verordnung
BHKW	Blockheizkraftwerk
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
B-Plan	Bebauungsplan
BUB	Bedien- und Beobachtungsstationen
CEF-Maßnahme	„Continuous Ecological Functionality“-Maßnahme
COP	Coefficient of Performance (Maß für die Effizienz einer Wärmepumpe)
DPH	Rammsondierungen
DN	Rohr-Nennweite (Rohrdimensionen)
ECO	Economiser
EE	Erneuerbare Energien
EK	Engineering-Komponenten
ELT	Elektrotechnik
Fa.	Firma
GFK	Glasfaserverstärkte Kunststoffen
GHD	Gewerbe/Handel/Dienstleistung
GWM	Grundwassermessstellen
HEO	Entscheidungs- und Optimierungsfunktionen
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HÜS	Hausübergabestation (Übergabestation Wärmeabnehmer)
HZ	Heizzentrale
KB	Kernbohrungen
KMR	Kunststoffmantelrohr
LBO	Landesbauordnung (hier: Baden-Württemberg)

Planungsbericht – BEW-Modul 1

LoI	Letter of Intent
LP	Leistungsphase (nachfolgend die HOAI betreffend)
LKW	Lastkraftwagen
LRA	Landratsamt
LWL	Lichtwellenleiter
Nr.	Nummer
PE	Polyethylen
PEX	Flexible Kunststoffrohre
PLS	Prozessleitsystem
PoP	Point of Presence (Hauptverteiler)
PV	Photovoltaik
PVT	Hybrid-Anlage aus Photovoltaik und Solarthermie
RL	Rücklauf
SCOP	Seasonal Coefficient of Performance
SG	Baggerschürfen
SMR	Stahlmantelrohre
ST	Solarthermie
SWBS	Stadtwerke Bad Saulgau
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
TEWS	Tiefe Erdwärmesonde
ü. NN	über Normalnull
VL	Vorlauf
WP	Wärmepumpe
WT	Wärmetauscher
WÜ	Wärmeüberträger

1 Wärmeerzeugung

1.1 Heizzentralen

Für die Wärmeerzeuger der geplanten Fernwärmeversorgung sind vier Standorte im Stadtgebiet Bad Saulgau vorgesehen. Darunter eine neu zu errichtende Heizzentrale am Standort Herdgrube sowie drei Bestandsheizzentralen, von denen zwei Standorte erweitert werden sollen.

Heizzentrale Neu

Im Süd-Osten der Stadt Bad Saulgau am Standort Herdgrube wird eine neue Heizzentrale mit zwei Biomassekesseln, Hackgutlager, Wärmepumpe (Rückkühlung ELT) und Gas-Besicherungsanlage errichtet.

Erweiterung Bestandsheizzentrale Sonnenhof-Therme

In der Heizzentrale am Standort Sonnenhof-Therme sind bereits drei Erdgaskessel und ein Erdgas-BHKW installiert und werden weiterbetrieben. Die Heizzentrale wird künftig um eine Wärmepumpe erweitert, die die Abwärme des abgebadeten Thermalwassers nutzt.

Weiternutzung Heizzentrale Brechenmacher-Schule

Die am Standort Brechenmacher-Schule befindlichen Erdgaskessel (Bestand) sollen weiterbetrieben und in die geplante Fernwärmeversorgung eingebunden werden.

Erweiterung Bestandsheizzentrale Hallenbad

Der Standort Hallenbad befindet sich in direkter Nähe zur Heizzentrale Brechenmacher-Schule. Am Standort Hallenbad ist ein Erdgas-BHKW installiert, das ins Fernwärmenetz eingebunden werden soll. Ferner soll hier eine Sole-Wasser-Wärmepumpe zur Nutzung des Geothermiepoteziels der Bohrung GB2 installiert werden

1.2 Förderfähige Erzeugungsanlagen

Zur Auslegung der Wärmeerzeuger wurde ein jährlicher Gesamtwärmebedarf der künftigen Anschlussnehmer (inkl. Bestandskunden) von ca. 47,4 GWh/a berücksichtigt. Unter Einbezug der Netzverluste von rund 10 % ergibt sich eine zu erzeugende Gesamtwärmemenge von etwa 52,2 GWh/a.

Die benötigte Gesamtwärmeleistung beträgt 25,9 MW (Gleichzeitigkeit von 100 %). Unter Berücksichtigung eines ortsüblichen Lastgangs (Gleichzeitigkeit) und der Leistung zur Abdeckung der Wärmeverluste (Netzverluste) beträgt der tatsächliche Leistungsbedarf rund 18,6 MW. Dieser muss über die bestehenden und neu geplanten Wärmeerzeugungsanlagen, siehe Tabelle 1-1, abgedeckt werden.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die dargestellten Wärmeerzeuger, die Besicherungsanlage und Wärmespeicher näher beschrieben.

Tabelle 1-1: Auflistung der förderfähigen Wärmeerzeuger

Heizwärme-Erzeuger	Anzahl	Nennleistung	Temperatur Erzeugerkreis			Hilfsenergie Pro VBh	VBh	benötigte Hilfsenergie	Erzeugte Strommenge	
Standort Wärmeerzeuger			Elt. Leistung	spez. PV-Ertrag						
Sonnenhoftherme	1 Stk.	1250 kW	WP Wasser/Wasser (Sonnenhoftherme)	63/53 °C (Winter) 75/53 °C (Sommer)	4,09 COP	306 kWh	8.338	2.548.145 kWh		
neue Heizzentrale Herdgrube	1 Stk.	8.000 kW	Holzhackschnitzel	103/85 °C	1,3%	104 kWh	2.548	265.003 kWh		
neue Heizzentrale Herdgrube	1 Stk.	8.000 kW	Holzhackschnitzel	103/85 °C	1,3%	104 kWh	2.548	265.003 kWh		
neue Heizzentrale Herdgrube	1 Stk.	240 kW	WRG Abgas Hacksch. (LUVO)	103/85 °C	2,0%	5 kWh	2.548	12.231 kWh		
neue Heizzentrale Herdgrube	1 Stk.	25 kW	WP Wasser /Wasser (zur Rückkühlung ELT Zentrale	58/53 °C (Sommer und Winter)	3,50 COP	7 kWh	7.217	51.549 kWh		
Hallenbad Brechenmacher Schule	1 Stk.	16 kW	WP Sole/Wasser (GB2 / Hallenbad)	58/53 °C (Sommer und Winter)	3,50 COP	5 kWh	7.253	33.148 kWh		
neue Heizzentrale Herdgrube	1 Stk.	535 kWp	PV -Anlage Heizzentrale (u.a. Netzpumpen, Krananlage...)		946 kWh/kWp	kWh/kWp geschätzt Herleitung über Netzumwälzpumpen		388.633 kWh	506.485 kWh	
neue Heizzentrale Herdgrube	1 Stk.	8.000 kW	Gas-Redundanzkessel (bilanziell über Biogas aus Erdgasnetz versorgt)	103/85 °C	1,5%	120 kWh	0			
Bestand Heizzentralen			Elt. Leistung			Hilfsenergie Pro VBh				
Sonnenhoftherme	1 Stk.	372 kW	BHKW	95/65 °C (Annahme)	237 kW	5,0%	11,9 kWh	48	569 kWh	10.818 kWh
Hallenbad	1 Stk.	818 kW	BHKW	95/65 °C (Annahme)	637 kW	5,0%	31,9 kWh	32	1.026 kWh	19.492 kWh
Brechenmacher	1 Stk.	1120 kW	Gaskessel	85/55 °C (Annahme)		1,5%	17 kWh	18	306 kWh	kWh
	1 Stk.	575 kW	Gaskessel	85/55 °C (Annahme)		1,5%	9 kWh	8	68 kWh	kWh
Sonnenhoftherme	3Stk.	3575 kW	Gaskessel	85/55 °C (Annahme)		1,5%	54 kWh	1	54 kWh	kWh
			Heizzentrale (u.a. Netzumwälzpumpen)			geschätzt Herleitung über Netzumwälzpumpen			749 kWh	
ohne Solar; PV; Speicher		23.991 kW	ohne Solar; PV; Abwärmenutzung; Speicher, Redundanz 1 BHKW						3.566.485 kWh	536.796 kWh
									Strom-Einspeisung in vorgelagertes Netz	
									-3.029.690 kWh	

Heizwärme-Erzeuger				Nennleistung	Wärmeezeugung FW-Trasse	Anteil	Energieträger	JNZ / JAZ	Endenergie
Standort Wärmeerzeuger									
Sonnenhoftherme	1 Stk.	1250 kW	WP Wasser/Wasser (Sonnenhoftherme)		10.421.913 kWh	19,98%	Strom	4,38	2.379.432 kWh
neue Heizzentrale Herdgrube	1 Stk.	8.000 KW	Holzhackschnitzel		20.384.880 kWh	39,07%	Holzhackschnitzel	85,0%	23.982.212 kWh
neue Heizzentrale Herdgrube	1 Stk.	8.000 KW	Holzhackschnitzel		20.384.880 kWh	39,07%	Holzhackschnitzel	85,0%	23.982.212 kWh
neue Heizzentrale Herdgrube	1 Stk.	240 kW	WRG Abgas Hacksch. (LUVO)		611.546 kWh	1,17%	Abwärme / WRG	0%	0 kWh
neue Heizzentrale Herdgrube	1 Stk.	25 KW	WP Wasser /Wasser (zur Rückkühlung ELT Zentrale)		180.423 kWh	0,35%	Strom	3,5	51.549 kWh
Hallenbad Brechenmacher Schule	1 Stk.	16 kW	WP Sole/Wasser (GB2 / Hallenbad)		116.054 kWh	0,22%	Strom	3,5	33.158 kWh
Bestand Heizzentralen									
Sonnenhoftherme	1 Stk.	372 kW	BHKW		17.875 kWh	0,03%	Erdgas	85%	33.087 kWh
Brechenmacher	1 Stk.	818 kW	BHKW		26.348 kWh	0,05%	Erdgas	85%	52.722 kWh
Brechenmacher	1 Stk.	1120 kW	Gaskessel		20.406 kWh	0,04%	Erdgas	85%	24.008 kWh
	1 Stk.	575 kW	Gaskessel		4.560 kWh	0,01%	Erdgas	85%	5.364 kWh
Sonnenhoftherme	3Stk.	3575 kW	Gaskessel		3.575 kWh	0,01%	Erdgas	85%	4.206 kWh
				Heizzentrale (u.a. Netzumwälzpumpen)					
ohne Solar; PV; Speicher		23.991 kW	ohne Solar; PV; Abwärmenutzung; Speicher, Redundanz 1 BHKW		52.172.459 kWh*				
					EE-Anteil	99,64%			
					Verbrennungsfrei	21,72%			
					BHKW	0,08%			

* bei Endenergie Fernwärmekunden 47.429.536 kWh/a

Planungsbericht – BEW-Modul 1

1.2.1 Biomassekessel (Hackgutkessel)

Kessel-Nennleistung

Die im Rahmen der Machbarkeitsprüfung festgelegte Kesselgröße von 2 x 8 MW Nennleistung zzgl. etwa 1,5 % Gewinn durch die Verbrennungsluft-Vorerwärmung konnte bestätigt werden. Bei einem Jahreswärmebedarf der Anschlussnehmer von rund 47,4 GWh/a, betragen die mittleren Jahresvollbenutzungsstunden der beiden Hackgutkessel 2.548 h/a. Diese Auslastung bestätigt die Richtigkeit der gewählten Kesselleistungen.

Steigerung der Brennstoffausbeute

Dem Beschluss des Projektsteuerungsgremiums folgend, wurde die Rauchgaskondensation als Technik zur Effizienzsteigerung ein weiteres Mal innerhalb der Entwurfsplanungsphase und losgelöst von der geplanten Luftvorerwärmung untersucht.

Tatsächlich gab es innerhalb der Entwurfsplanungsphase keine neuen oder geänderten Erkenntnisse oder Fakten zur Rauchgaskondensation. Eine kurze Zusammenfassung wie folgt: Technisch wird bei der Rauchgaskondensation i. d. R. der Hauptrücklauf des Netzes verwendet, um über einen Gas-Wasser-Wärmeübertrager (WÜ) die im Rauchgas des Wärmeerzeugers enthaltene sensible und latente Restenergie bis zum unteren Kondensationspunkt an das Heizungsnetz zu übertragen. Bei der kurzen Verweilzeit, welche sich das Rauchgas im WÜ befindet, muss die Wasserseite des WÜ dementsprechend kalt sein, damit es überhaupt zu einer stabilen Kondensation des Rauchgases kommt. Aus Sicht der Haltbarkeit ist es zwingend erforderlich, dass dieser Prozess verlässlich nass also kondensierend stattfindet, da es sonst sehr schnell zu einer Heißgaskorrosion am WÜ kommt und dieser außer Betrieb genommen werden muss. Als realistischer Mehrwert einer Rauchgaskondensation können 10 % Wirkungsgradsteigerung also Brennstoffausbeute in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung angenommen werden.

Als branchentypische Daumenwerte zum Beginn der Wirtschaftlichkeit einer Rauchgaskondensation gelten folgende Werte:

- o Beginn der Wirtschaftlichkeit bei Heißwasserkesseln bei einer Netzurücklauftemperatur von 50°C, da über eine vom Kesselvorlauf angetriebene Absorptionskältemaschine der Netzurücklauf vor Eintritt in den Rauchgas-WÜ auf Temperaturen kleiner/gleich 40°C abgekühlt werden kann.
- o Beginn der Wirtschaftlichkeit bei Warmwasserkesseln bei einer Netzurücklauftemperatur von kleiner/gleich 40°C, da sich i. d. R. eine stromgestützte Abkühlung des Netzurücklaufs von oberhalb 40°C auf diesen Wert auf Grund der Kostenverhältnisse von aufgewendeter elektrischer Energie zu eingesparter Brennstoff-Energie nicht rechnet.

Unter Berücksichtigung einer angenommenen Netzurücklauftemperatur von 53°C und dem Fakt der Verwendung von Warmwasserkesseln wurde bei einem Wärmepumpenhersteller eine entsprechende Maschine (als Berechnungsgrundlage) angefragt bzw. technisch ausgelegt. Die Ergebnisse sind in nachfolgendem Schema dargestellt – darin enthalten der bei den SWBS zur Kalkulation angefragte Strompreis (22,76 Cent/kWh) und der bei einem der potenziellen Lieferanten angefragte Hackschnitzelpreis (20 €/srm) bei einem Energiegehalt von 750 kWh/srm.

Die Einbindung der Wärmepumpe in die Rauchgaskondensation über einen Kältezwischenkreis zeigte sich hierbei im Austausch mit dem Wärmepumpenhersteller als deutlich wirtschaftlicher, wie die vorangegangenen

Planungsbericht – BEW-Modul 1

bei Heißwasserkesseln beschriebene direkte Durchleitung eines mittels ABKM abgekühlten Teilstromes aus dem Netzzücklauf.

Es lässt sich im weiteren Erkennen, dass trotz eines Preisverhältnisses Strom/Brennstoff von 8,54 – rein auf die Arbeitskosten geschaut – mit einem positiven Ergebnis von 21.033 €/a gerechnet werden kann. Bei einem der Rechnung zugrunde gelegten Mischzinssatz von 3,0 % auf 20 Jahre stellen sich die Investitionskosten von rund 610.000 € allein für die Kondensationsanlage ohne die Wärmepumpe mit sich daraus ergebenden Annuitäten von fast 41.000 €/a jedoch als fast doppelt so hoch heraus, wie der jährliche Vorteil an Energiekosten von 21.033 €/a. In Abbildung 1-1 ist hierzu ein Schema dargestellt.

Energiegewinn: 983 kW (= 26,20 € bei Brennstoffkosten 20 €/srm und 750 kWh/srm = 0,02666 €/kWh)
 Stromaufwand: 90 kW (= 18,00 € bei Stromkosten von 0,2276 €/kWh)
 Kondensationsenergie: 893 kW

Theoretischer Gewinn durch Einsparung Brennstoff:
 (26,20 € - 18 €) x 2565 h/a = **21.033 €/a**
 Invest => Annuität Kondensationstechnik:
 609.230 € => **40.818 €**

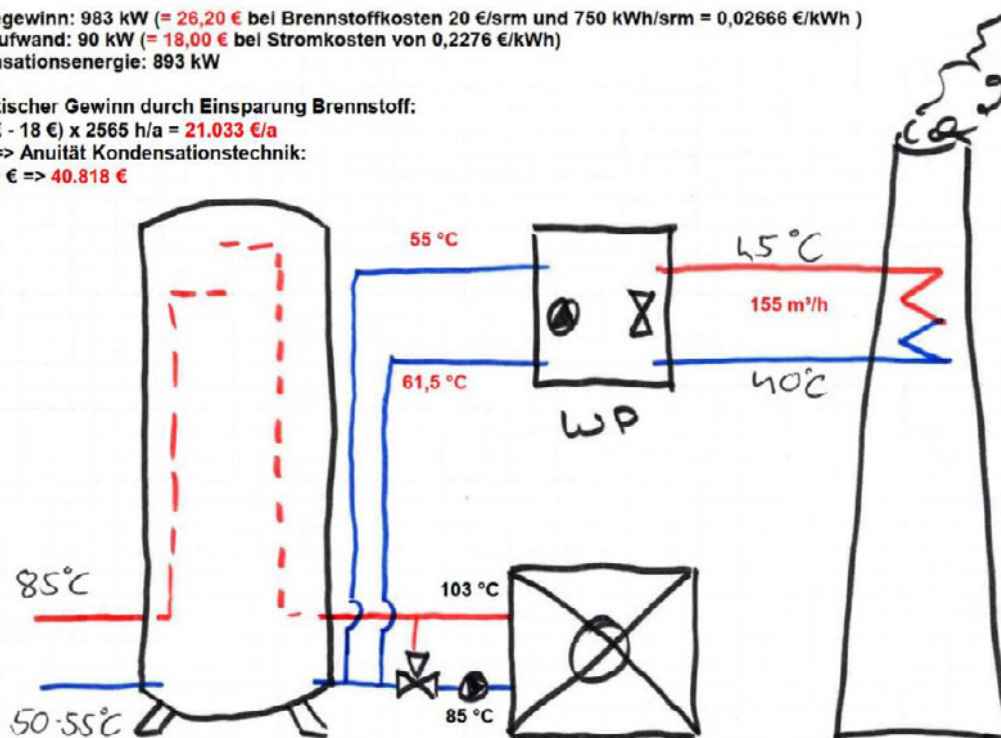


Abbildung 1-1: Vereinfachtes Schema Rauchgaskondensation

Dieses Ergebnis untermauernd und dem Kapitel der neu zu planenden Wärmepumpe in der Sonnenhof-Therme vorausgreifend, muss betont werden, dass eine Einspeisung der zumindest innerhalb der Winterhalbjzeit von der neuen Großwärmepumpe erzeugten Energie von rund 1.250 kW in den Netzzücklauf den wirtschaftlichen Voraussetzungen einer Rauchgaskondensation direkt widerspricht. Es müsste dann entweder eine Entweder-oder-Entscheidung für/wider Wärmepumpe versus Rauchgaskondensation gefällt werden, oder aber die Wärmepumpe der Sonnenhof-Therme müsste auch in Zeiten eines ausreichend hohen Volumenstromes innerhalb der Winterhalbjzeit mit einem COP von 3,80 anstelle 4,38 betrieben werden (Kostennachteil: ≈ 53.800 €).

Als letzter Punkt muss wie bereits in den Ergebnissen der Machbarkeitsprüfung erwähnt, wiederholt werden, dass selbst bei Anschaffung einer Kondensationsanlage für einen oder beide Hackgutkessel diese im Bypass umfahren werden müsste, wenn Straßenbegleitgrün mit hohen NaCl-Werten oder Altholz der Klasse A2 als Brennstoff verwendet werden.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Um zukünftig ggf. wertvolle Biomasseressourcen einsparen zu können, wird eine Rauchgaskondensation bzgl. des dafür benötigten Platzbedarfs in beiden Kesselhäusern zur Nachrüstbarkeit vorbereitet.

1.2.2 Großwärmepumpe an der Sonnenhof-Therme (Abgebadetes Thermalwasser)

Neben den im vorangegangenen Kapitel behandelten Hackgutkesseln wird eine neue Großwärmepumpe am Standort Sonnenhof-Therme als weiterer zentraler Wärmeerzeuger das künftige Fernwärmenetz mit Wärme versorgen. Im Vergleich zur Vorplanung (Machbarkeitsstudie) konnten neue Erkenntnisse zum Lastgang des abgebadeten Wassers in die Planung einfließen, sodass die Auslegung konkretisiert wurde. Das technische Konzept der Großwärmepumpe an der Sonnenhof-Therme wird im Folgenden erläutert.

Grundlagen der Auslegung

Als Grundlage für die Auslegung der neuen Wärmepumpe müssen folgende Eckpunkte aufgeführt werden:

- o Das im Badebetrieb anfallende abgebadete Thermalwasser muss ganzjährig als Wärmequelle zur Verfügung stehen.
- o Die Sonnenhof-Therme ist bis auf eine Dauer von rund 10 Tage/a Betriebsunterbrechung für Revisionsarbeiten ganzjährig geöffnet.
- o Als Zieltemperatur für das enthitze Thermalwasser besteht seitens der Genehmigungsbehörde die Forderung einer Abkühlung auf 20°C bis zum Ort der Versickerung.
- o Seitens der SWBS wurde als Zieltemperatur eine Abkühlung auf 15°C oder kälter vorgeschlagen.
- o Als Zielwert im Erzeuger-Mix wurde der, in der vorangegangenen Machbarkeitsstudie dargestellte Anteil von 20 % an der Gesamtenergieerzeugung, festgelegt. Hierdurch soll im Grundlastbereich ein möglichst hoher Anteil an verbrennungsfreier Wärmeerzeugung erreicht werden.

Eine Rückrechnung über den Anteil an der Energieerzeugung sowie der Vollbenutzungstunden abzüglich der 10 Tage-Revisionsunterbrechung für den Betrieb der Sonnenhof-Therme ergibt eine benötigte mittlere Wärmeleistung der Großwärmepumpe von 1.225 kW (Korrektur im Vergleich zur Machbarkeitsstudie).

Eingangs-Parameter des abgebadeten Thermalwassers

Nachdem im Zuge der Machbarkeitsstudie als Eingangsparameter des abgebadeten Thermalwassers etwas zu optimistische Werte für die Auslegung des Dauerbetriebes der neuen Wärmepumpe angenommen wurden, wurden diese in der Entwurfsplanungsphase verifiziert. Eine Konkretisierung erfolgte bspw. hinsichtlich des Volumenstroms. Es konnten Förder- und Abwassermengen über die vergangenen zehn Betriebsjahre anhand valider Daten der Sonnenhof-Therme subtrahiert und gemittelt werden, woraus sich ein gegenüber der Machbarkeitsstudie leicht nach unten korrigierter Wert von 48,25 m³/h ergab.

Bezüglich der Quelleingangstemperatur konnte in Abstimmung mit den Stadtwerken und unter Berücksichtigung vorliegender Energiegutachten, ein Wert von 32,44°C festgelegt werden. Dieser stellt sich gegenüber dem Wert von 35°C aus der vorangegangenen Planungsphase als etwas niedriger dar.

Neue Auslegung

Aus der Machbarkeitsprüfung (Variantenvergleich) ging hervor, dass der wirtschaftlichste Betrieb der Großwärmepumpe am Standort Sonnenhof-Therme erreicht wird, wenn diese über zwei verschiedene Betriebsweisen in das Netz eingebunden wird. Die beiden Betriebsmodi sind in Tabelle 1-2 dargestellt.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Tabelle 1-2: Betriebsmodi der Großwärmepumpe

	Einbindung	Temperatur-Hub	Anteil
Winter	Einbindung der WP in den Hauptnetz-Rücklauf (Zur Sicherstellung des Durchflusses)	53°C → 63°C	65 %
Sommer	Einbindung WP-Vorlauf in den Netzevorlauf	53°C → 75°C	35 %

Diese Auslegungsparameter wurden einem ausgewählten Wärmepumpenhersteller (für Anlagen in dieser Leistungsgröße) vorgelegt, sodass die Ergebnisse aus Tabelle 1-3 vorgelegt werden können:

Tabelle 1-3: Ergebnisse Auslegung Großwärmepumpe

	WP-Rücklauf	Heizleistung	COP
Winter	15,0°C	1.238 W	4,38
Sommer	15,6°C	1.250 W	3,80

Als Fazit lässt sich festhalten, dass mit der neuen Auslegung alle definierten Zielvorgaben erreicht wurden und gegenüber der ersten Auslegung (Machbarkeitsstudie) der über das Jahr gemittelte COP (beide Betriebsmodi) von vormals 3,43 auf nun 4,09 verbessert wurde.

Einbindung Großwärmepumpe ins Fernwärmenetz

Die Wärmepumpe wird im 3-Leiter-System mit einem zusätzlichen Rücklauf zum Hauptnetz eingebunden, damit die ganzjährig zur Verfügung stehende Wärmeleistung in das Fernwärmenetz eingespeist werden kann. Die Betriebsweise im Sommerfall (Abbildung 1-2) und Winterfall (Abbildung 1-3) ist nachfolgend kurz erläutert.

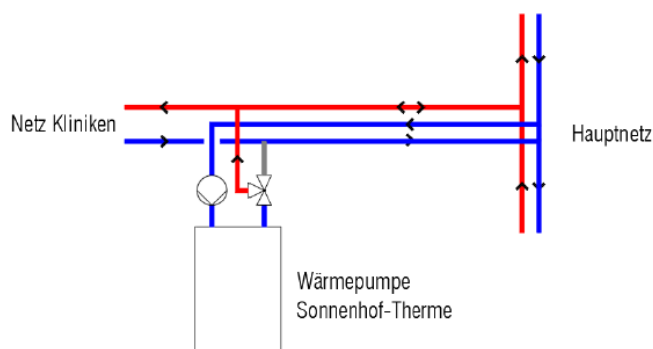


Abbildung 1-2: Schema WP Sonnenhof-Therme Sommerfall

Sommerfall

Einspeisung in den Vorlauf mit 75°C.

Hiermit wird gewährleistet, dass die im Sommer zur Verfügung stehende Wärmeleistung auch bei geringer Wärmeabnahme im Netz vollständig eingespeist werden kann.

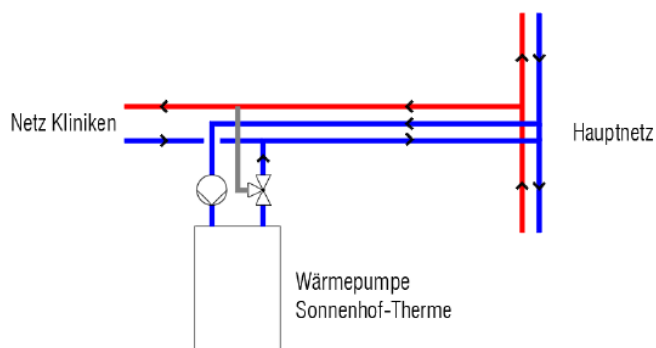


Abbildung 1-3: Schema WP Sonnenhof-Therme Winterfall

Winterfall

Die Wärmepumpe dient als Rücklaufanhebung.

Dies bedeutet, dass die Wärmepumpe den niedrigen Hauptrücklauf um ein paar Grad-Celsius anhebt und durch den niedrigen Temperaturhub sehr effizient betrieben werden kann.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

1.2.3 Wärmepumpe in der Heizzentrale (Rückkühlung ELT)

Für die Rückkühlung der elektrischen Schaltanlagen innerhalb der Heizzentrale musste der im Zuge der Machbarkeitsstudie zu konservativ angenommene Rückkühlbedarf im Rahmen der Entwurfsplanung deutlich (d. h. um Faktor 4) nach unten korrigiert werden. Ebenso wurde von einer Luft-Wasser-Wärmepumpe auf eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe gewechselt.

Der Wärmeentzug in den drei Räumen ELT-Anschlussraum und den beiden Leitwarten erfolgt über wassergeführte Kühlkassetten. Innerhalb der Ausführungsplanung ist als Option angedacht als weitere Abwärmequelle den Netzpumpenraum in den WP-Kreis einzubinden – dies ist abhängig der zu erwartenden Verlustleistung der zur Ausschreibung angedachten Netzpumpen.

Die nötigen Kühlleistungen der ELT-Anschlussräume und der Leitwarten wurden auf Basis von Erfahrungswerten, aus vorangegangenen Projekten, vom Fachplaner konservativ abgeschätzt. Der Kaltwasser-Zwischenkreis der Kühlkassetten führt zu einem Kaltwasser-Speicher, welcher als hydraulische Weiche zwischen den Kühlkassetten und der zur Rückkühlung verwendeten Wasser-Wasser-Wärmepumpe dient. Als Wärmesenke der Wärmepumpe dienen die Pendelleitungen der 4 Stück 120 m³-Pufferspeicher. Somit ist eine in Bezug auf die kleine Wärmepumpe nahezu unerschöpfliche Wärmesenke bereitgestellt und es kann ein sehr kleiner – und der Effizienz der WP dienlicher – Temperaturhub von 5 K von 53°C auf 58°C verwendet werden.

Die Einbindung der Wärmepumpe ist im Schema der Heizzentrale (Anhang: SWBS-PB Schaltschema Heizzentrale Neu) dargestellt. Aufgestellt werden soll die Wärmepumpe zzgl. Kaltwasser-Speicher neben der zentralen Druckluftherzeugung auf der Galerie über den Räumlichkeiten Umkleiden, Werkstatt und Labor im südwestlichen Anbau des Wochenlagers.

1.2.4 Wärmepumpe im Hallenbad (Geothermienutzung GB2)

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde die Installation einer 63er Doppel-U-Sonde in der bestehenden Bohrung Saulgau GB2 als technisch machbare und wirtschaftlich sinnvolle Ausbauvariante eruiert. Die Erdwärme wird anschließend über eine Sole-Wasser-Wärmepumpe (Standort Hallenbad) auf das erforderliche Temperaturniveau zur Einbindung ins Fernwärmenetz gebracht.

Untersuchungen der Wärmequelle

Die Bohrung Saulgau GB2 wurde 1983 bis auf eine Tiefe von 915 m abgeteuft. Die geologische Schichtenabfolge wurde beim Abteufen der Bohrung GB2 aufgezeichnet. Bis in 558 m Tiefe steht laut Bohrprofil unterhalb einer 33 m mächtigen quartären Deckschicht, bestehend aus Torf, Fein- und Mittelkies, eine tertiäre Abfolge aus oberer und unterer Süßwassermolasse an. Diese tertiäre Abfolge besteht überwiegend aus Ton- und Sandmergeln. In diesem Bereich ist die Bohrung GB2 komplett verrohrt. Unterhalb von 558 m folgen die Formationen des Malms, die zumeist aus gebankten Kalksteinen bestehen. In den Malmkalksteinen können ausgeprägte Klüftigkeiten angetroffen werden.

Nachdem sich herausstellte, dass die Bohrung als Thermalwasserquelle nicht wirtschaftlich nutzbar ist, wurde sie verschlossen und liegt seitdem still. Zur Überprüfung des Zustands der Bohrung, nach einer Standzeit von gut 40 Jahren, wurden im Oktober 2022 vom Landesforschungszentrum Geothermie verschiedene Messungen im Bohrloch durchgeführt. Die Auswertung der Messungen wurde im Zuge der aktuellen Planungen genutzt.

Nachfolgend wird der Ist-Zustand der Bohrung GB2 erläutert und in Abbildung 1-4 skizziert.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

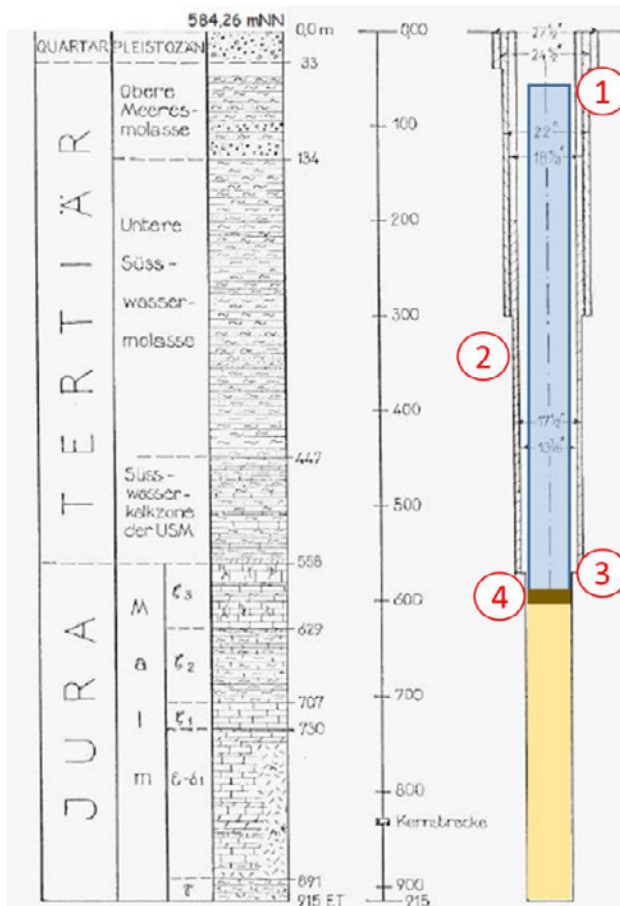


Abbildung 1-4: Ist-Zustand GB2

Die innerste Rohrtour wurde nicht bis Geländeoberkante, sondern nur bis in rund 204 m Tiefe zementiert. Theoretisch befindet sich somit oberhalb von 204 m ein mit Luft gefüllter Hohlraum und somit ein thermisch inaktiver Abschnitt.

Erschließung der Wärmequelle

Die TelevIEWER Messungen zeigten, dass im Open-Hole Bereich erhebliche Klüftigkeiten vorliegen. Daher sollte lediglich die verrohrte Strecke für die Installation der TEWS genutzt werden. Um sicherzustellen, dass sich die Okklusion in der Bohrung durch das Gewicht der TEWS nicht löst, wird das Bohrloch zunächst oberhalb der Blockade (592 m Tiefe) bis in eine Tiefe von 520 m durch Zementation verschlossen. Auf diese Weise wird eine solide Grundlage für den Sondereinbau geschaffen.

Nach der Vergleichssimulation verschiedener Ausbauoption (Machbarkeitsstudie), wurde die Installation einer 63er Doppel-U-Sonde favorisiert. Diese wird bis in 520 m Tiefe in den bereits verrohrten Bereich eingebaut. Da die Bohrung bis in 70 m Tiefe mit Grundwasser gefüllt ist, welches die thermische Anbindung ans Gebirge gewährleistet, erfolgt keine Hinterfüllung der Sonde mit Zement.

Die Sondenstränge der Doppel-U-Sonde werden am Bohrlochkopf zu einer Hin- und einer Rücklaufleitung zusammengefasst, die dann zu einer Wärmepumpe geführt und angeschlossen werden.

Zum besseren Verständnis ist der Ausbauplan mit einer TEWS in Abbildung 1-5 skizziert und erläutert.

(1) Ab ca. 70 m Tiefe (unter Geländeoberkante)

Im Bohrloch steht Wasser. Es gibt Hinweise, dass das Wasser mit geogenem Öl versetzt ist, ggf. ist eine fachgerechte Entsorgung nötig.

Temperatur in 90 m Tiefe: 13°C

(2) Bis ca. 570 m Tiefe

17,5 Zoll Verrohrung mit einem Innendurchmesser von 317,7 mm. Die Verrohrung scheint in einem guten Zustand zu sein. Darunter ist die Bohrung offen.

Temperatur in 560 m Tiefe: 37,5°C

(3) 570 m bis 590 m Tiefe

Zwischen Rohrschuh und Blockade befinden sich ca. 20 m offene Bohrstrecke. Im TelevIEWER sind starke Klüftigkeiten zu erkennen.

(4) Etwa 590 m Tiefe

Bis hier ist die Bohrung mit geophysikalischem Messequipment zugänglich. Darunter ist die Bohrung blockiert. Vermutlich sind Gesteinsstücke aus der Bohrlochwand gebrochen.

Temperatur in 590 m Tiefe: 39,2°C

Planungsbericht – BEW-Modul 1

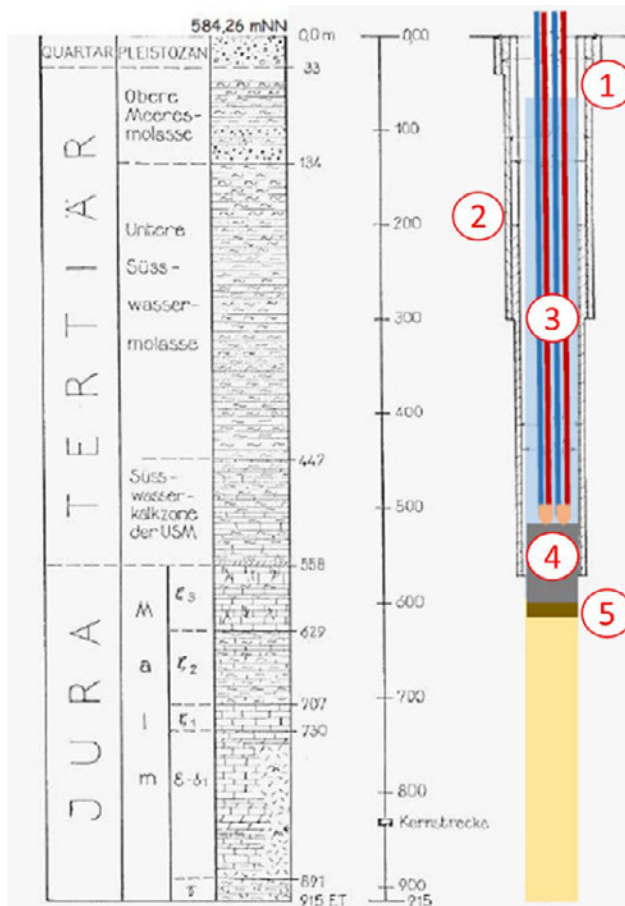


Abbildung 1-5: Ausbauplan TEWS im Bohrloch GB2

Einbindung der Wärmepumpe

Zur Nutzung des geothermischen Potenzials der Bohrung GB2 wird am Standort Hallenbad eine Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Anbindung in das Fernwärmenetz installiert. Die Tiefensonde in der GB2 wird über PE-HD-Leitungen (DN 80, Trassenlänge ca. 150 Meter) mit der Wärmepumpe im Hallenbad verbunden.

Die Einbindung der Wärmepumpe in die Heizzentrale „Hallenbad“ wird im Schema der Heizzentrale (siehe Anhang SWBS-PB Schaltschema Brechenmacher-Schule/Hallenbad) verdeutlicht. Die Wärmepumpe entnimmt ein Teil des Rücklaufes vom Pufferspeicher der BHKWs und erwärmt das Heizungswasser mit einer dauerhaften Leistung von ca. 20,86 kW auf ein nutzbares Temperaturniveau. Die Wärmepumpe mit einer Leistungszahl von ca. 4,58 kann aufgrund des ganzjährig verfügbaren geothermischen Potenzials 8.760 Stunden im Jahr betrieben werden und speist ca. 182,7 MWh/a ins Wärmenetz ein.

1.2.5 Fossile Spitzenlast (Bestandsanlagen)

Ein Zubau neuer fossiler Anlagen ist nicht vorgesehen. Im Rahmen der geplanten Fernwärmeversorgung ist die Weiternutzung der fossilen Bestandsanlagen (Erdgas-BHKW/-Kessel, siehe Tabelle 1-4) eingeplant. Das Phase-out der fossilen Anlagen, gemäß BEW-Vorgaben, wird an dieser Stelle ausdrücklich zugesichert. Sowohl die BHKWs als auch die Gaskessel im Bestand sind gut gewartet und können daher bis zum Ende ihrer Betriebszeit weitergenutzt bzw. zur Spitzenlast-Abdeckung fest eingeplant werden.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Tabelle 1-4: Übersicht zur Weiternutzung fossiler Bestandsanlagen

Anlage	Standort	Therm. Leistung	Anmerkung
BHKW	Sonnenhof-Therme	0,372 MW	Dient der Notstromversorgung für das benachbarte Klinikum
BHKW	Hallenbad	0,818 MW	Noch rund 2,5 Jahre Rest-Lebensdauer
Gaskessel	Brechenmacher Schule	1,120 MWth	-
Gaskessel	Brechenmacher Schule	0,575 MWth	-
3 Gaskessel	Sonnenhof-Therme	3,575 MWth	-

Die vorhandene fossile Leistung im Bestand von 6,46 MW bzw. 5,642 MW (ohne BHKW im Hallenbad) genügt zur Abdeckung der benötigten Spitzenlast. Ein Zubau weiterer Spitzenlasterzeuger ist nicht notwendig.

1.2.6 Besicherungsanlage

Im Rahmen der Machbarkeitsprüfung wurde auf Basis eines Variantenvergleichs die Entscheidung zugunsten einer (erd)gasbefeuerten Besicherung getroffen. Dabei waren wirtschaftliche Gründe ausschlaggebend. Um auch den ökologischen Zielsetzungen gerecht zu werden, soll Biogas anstelle von Erdgas zum Einsatz kommen.

Die Besicherungsanlage mit einer Leistung von 8 MW wird in der Heizzentrale am Standort Herdgrube installiert. Sie dient der Besicherung der beiden Holzhackschnitzelkessel (Wärmeleistung 16 MW). Im Kesselkreis ist eine VL-Temperatur von 103°C und eine RL-Temperatur von 85°C vorgesehen.

Gemäß BEW-Förderrichtlinie sind Besicherungsanlagen, die ausschließlich mit Biogas befeuert werden im BEW-Modul 2 förderfähig und erfüllen zudem die Zielsetzung der Treibhausgasneutralität.

1.3 Aufstellung der Wärmespeicher

Die Wärmespeicherung ermöglicht die zeitliche Entkopplung von Wärmeangebot und -nachfrage, indem ein Wärmeüberangebot gespeichert und bei Bedarf ins Netz eingespeist wird. Dies ist u. a. Voraussetzung für einen effizienten Anlagenbetrieb und einen ressourcenschonenden Brennstoffeinsatz. Im geplanten Fernwärmenetz werden hierzu auch Pufferspeicher aus dem Bestand ins Netz integriert, siehe Tabelle 1-5.

Tabelle 1-5: Auflistung Pufferspeicher im Bestand

Anzahl	Standort	Speicherkapazität [m³]
1 Stück	Hallenbad	105 m³ / Speicher
2 Stück	Sonnenhof-Therme	4,8 m³ / Speicher
1 Stück	Sonnenhof-Therme	50 m³ / Speicher

Zur Vermeidung von Lastspitzen und zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit der Anschlussnehmer des geplanten Nahwärmenetzes wird die beantragte Heizzentrale mit vier zylindrischen Pufferspeichern mit einem Volumen von je 120.000 Litern ausgestattet, siehe Abbildung 1-6. Die Pufferspeicher sind als „erster Wärmeabnehmer“ im Netz und insofern als hydraulische Weiche in das Verteilnetz eingebunden. Mit einer Wärmedämmung aus 250 mm Mineralwolle hinter Alu-Zink-Stahlblechmantel werden die Vorgaben der BEW-Förderrichtlinie erfüllt. Gemäß Arbeitsblatt AGFW FW 313 (Stand: 11/2015) ergibt sich ein mittlerer Wärmeverlust kleiner als 15 W/m², siehe Tabelle 1-6. Die Einspeisevorrichtung verfügt über DN 250 mit PN16. Im Pufferkreis werden VL-/RL-Temperaturen von 103°C/53°C erreicht.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Tabelle 1-6: Auflistung neue Pufferspeicher

Anzahl	Standort	Speicherkapazität	Abmessungen	Wärmeverluste
4 Stück	Heizzentrale Neu	120 m ³ / Speicher	Durchmesser: 3.500 mm Höhe ca. 13.700 mm	Mittlerer Wärmeverlust kleiner 15 W/m ² bei max. 94°C mittlerer Speichertemperatur

Die Pufferspeicher werden südlich des Gebäudes der Heizzentrale auf dem Gelände und in unmittelbarer Nähe zum Gebäude auf entsprechend dimensionierten Fundamenten aufgestellt. Die vier Pufferspeicher stellen eine max. Leistungsreserve von 14,1 MW (über 2 Stunden) bzw. 7,1 MW (über 4 Stunden) zur Verfügung.

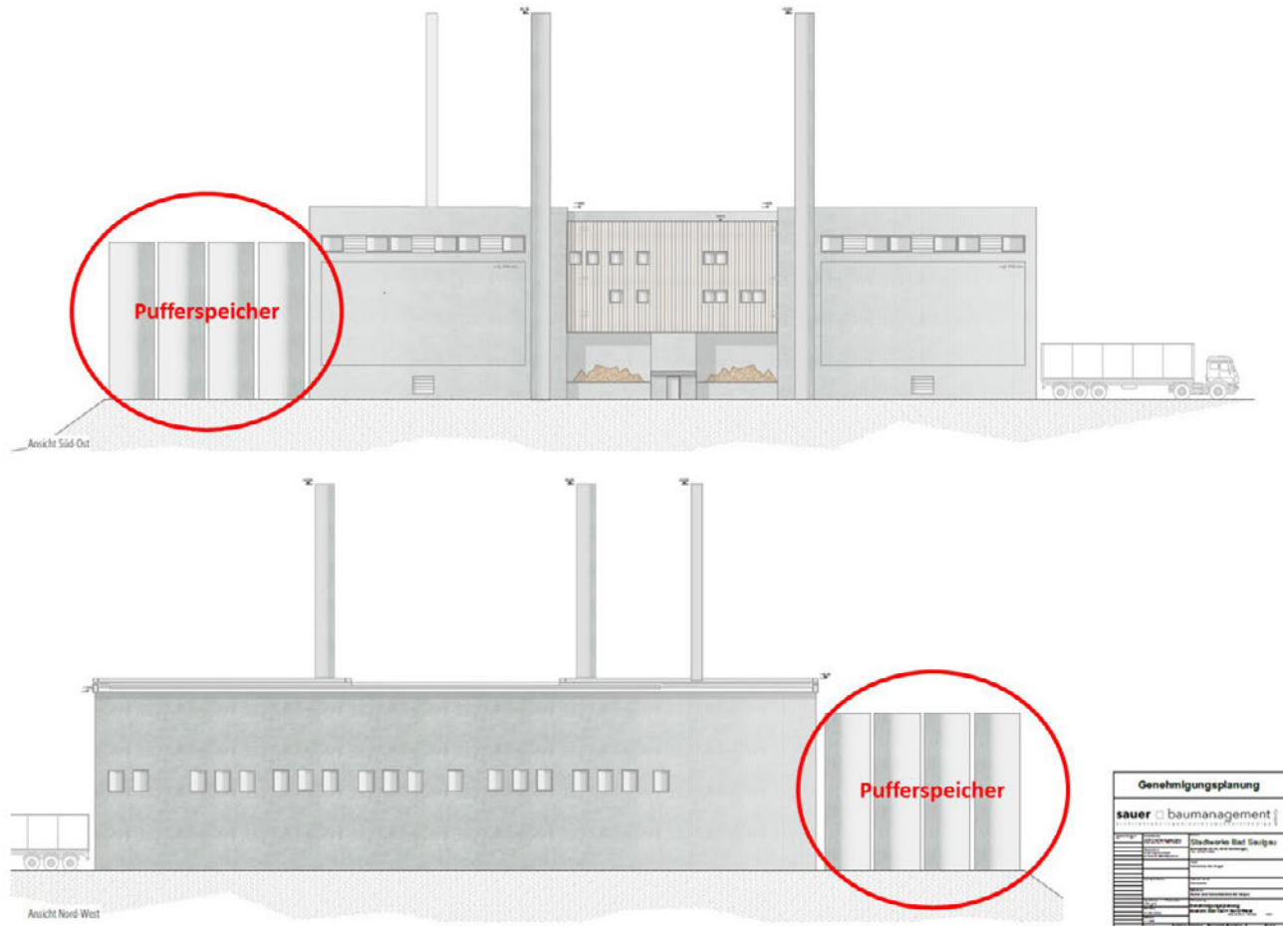


Abbildung 1-6: Ansicht Heizzentrale mit Pufferspeichern

1.1 Jahresdauerlinie

Die Jahresdauerlinie der Wärmeerzeuger ist in Abbildung 1-7 dargestellt. Deutlich zu erkennen ist die Großwärmepumpe am Standort der Therme (blau) und die beiden Hackschnitzelkessel (blau und violett).

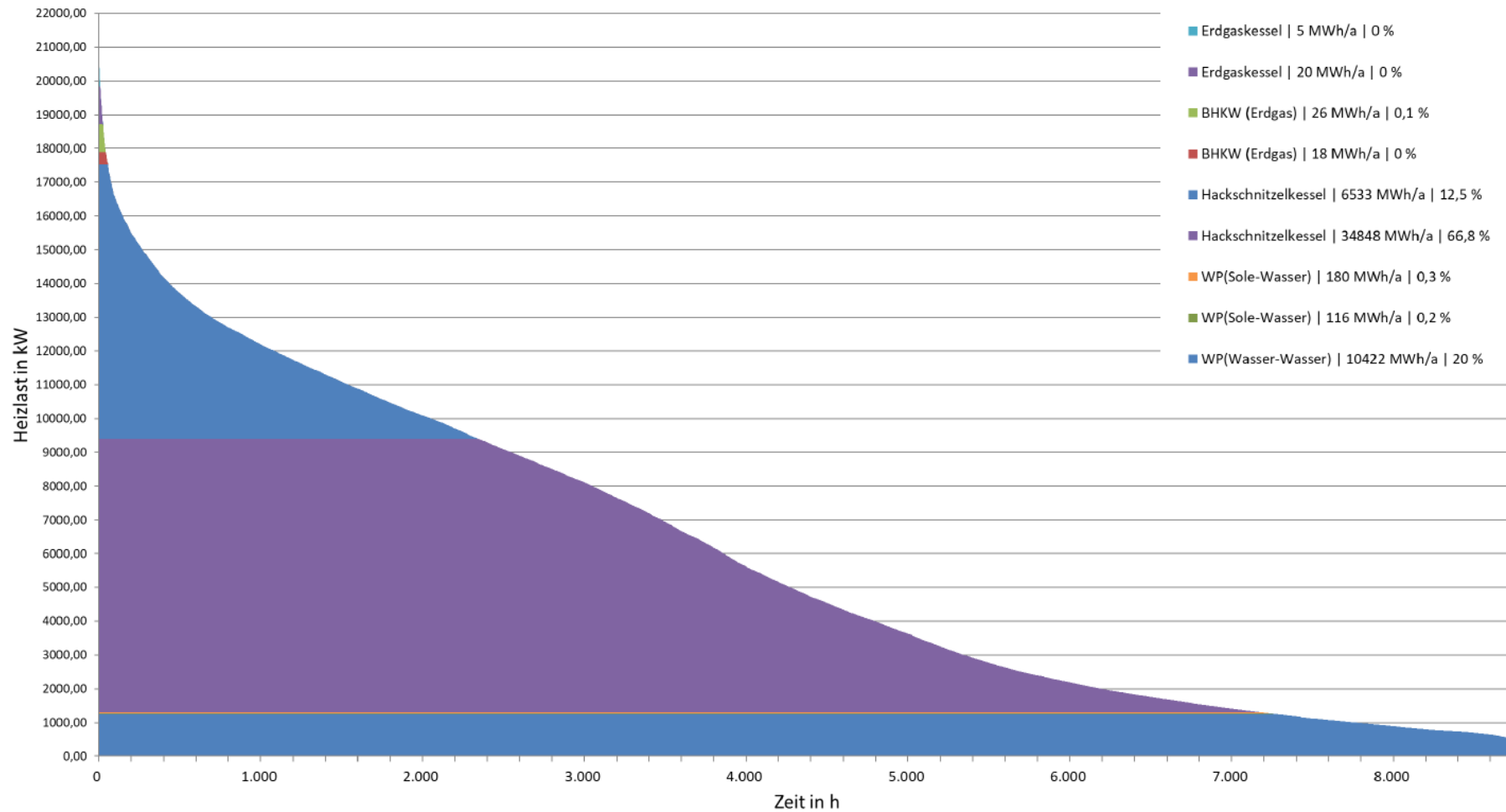
Jahresdauerlinie Bad Saulgau 52.172 MWh/a inkl. Netzverluste


Abbildung 1-7: Jahresdauerlinie Wärmeherzeugung

Hinweis: Bei den prozentualen Anteilen der Einzelerzeuger am Wärmebereitstellungsmix, kommt es aufgrund gerundeter Werte zur Angabe „0 %“ bei Anteilen < 1 %. Dies betrifft die fossilen Bestandsanlagen (BHKW, Erdgaskessel).

Planungsbericht – BEW-Modul 1

1.2 Einspeisepunkte und Einbindung der Anlagen in das Wärmenetz

Wie bereits erläutert, werden neben der neuen Heizzentrale am Standort Herdgrube, Heizzentralen an der Sonnenhof-Therme, am Hallenbad und der Brechenmacher-Schule ins Fernwärmenetz eingebunden. Im Einbindungsschema (Abbildung 1-8) wurden die Standorte Brechenmacher-Schule/Hallenbad aufgrund der räumlichen Nähe als ein Einspeisepunkt zusammengefasst.

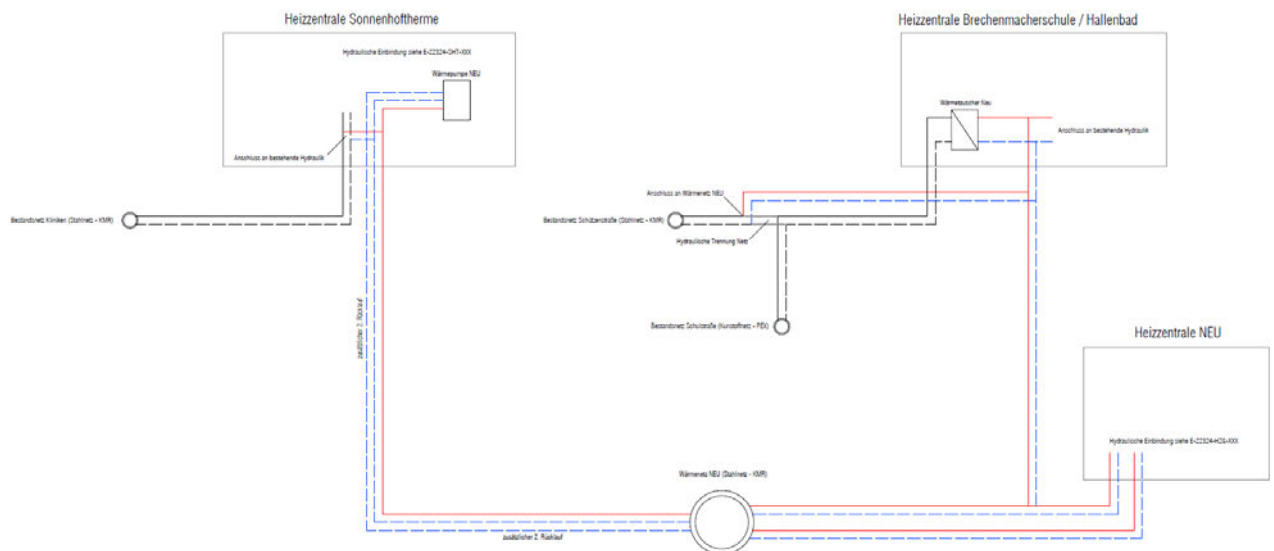


Abbildung 1-8: Einbindung der Heizzentralen

Ergänzend sind die Schaltschemata zu den Heizzentralen in den Anhängen zum Planungsbericht enthalten.

- o Heizzentrale Neu → SWBS-PB Schaltschema Heizzentrale Neu
- o Sonnenhof-Therme → SWBS-PB Schaltschema Sonnenhof-Therme
- o Brechenmacher-Schule und Hallenbad → SWBS-PB Schaltschema Brechenmacher-Schule/Hallenbad

2 Neue Heizzentrale am Standort Herdgrube

2.1 Allgemeines

Die neue Heizzentrale Bad Saulgau (Heizzentrale Neu) wird im nördlichen Teil der „Herdgrube“ einer ehemaligen und in Teilen mit Bauschutt verfüllten Kiesgrube geplant. Das vorgesehene Grundstück gehört, gemäß Grundbuch, der Stadt Bad Saulgau. Die Kiesgrube befindet sich im Südwesten der Stadt rund 300 m entfernt vom Stadtrand bzw. der Wohnbebauung. Der Standort wird aktuell von der Schützengilde Bad Saulgau (Schießplatz) und vom Stadtbauamt (zwecks Grüngutlagerung) genutzt. Der Schießplatz befindet sich im nicht-verfüllten Geländeteil südlich der geplanten Heizzentrale. Die Grüngutlagerung soll nach Absprache mit dem Stadtbauamt den nordwestlichen Teil des verfüllten Geländes mit einer Fläche von rund 7.720 m² für die Heizzentrale frei machen und als Lagerfläche ausschließlich den Teil östlich davon mit einer Grundfläche von rund 4.750 m² verwenden. Für die Grüngutanlieferung wird eine eigene Zufahrt erstellt, sodass etwaigen Anlieferungskonflikten zwischen Grün- und Hackgut vorgebeugt wird.

Gemäß Abbildung 2-1 befinden sich das Gebäude der Heizzentrale (grüne Fläche) außerhalb und die umliegenden Hofflächen größtenteils innerhalb der Abbaukante der ehemaligen Kiesgrube (rote Linie). Die Vermessung des Geländes erfolgte im Dezember 2023. Das zur Nutzung vorgesehene Teilstück des städtischen Grüngutlagers weist einen großen Erdhaufen mit bis zu rund 4 m Höhe auf.



Abbildung 2-1: Lage Heizzentrale und Abbaukante Kiesgrube (gemäß Luftbild aus 1968)

Die neue Heizzentrale schmiegt sich mit einem Azimut von rund 45° mit der langen Seite des Hackgut-Wochenlagers an die Westseite des bisher von der Stadtbaumeisterei genutzten Geländes. Nach Entwurf des B-Plans soll die gesamte Fläche der Nutzung Heizzentrale und Grüngutlagerung gem. § 9 Abs. 1 Nr. 15 und Nr. 25 BauGB eine Umgrenzung von Flächen mit Bindung für die Erhaltung von Bäumen, Sträucher und sonstigen Bepflanzungen erhalten.

2.1 Betriebsgelände: Hoffläche und Zufahrt

Das gesamte Betriebsgelände wird mit einem 2 m hohen Zaun und einem vollautomatischen Tor an der Betriebszufahrt versehen. Der vordere Bereich der Hoffläche dient den mit Hackschnitzeln beladenen LKWs als Zufahrt mit Wiegung. Die Fahrwege der anliefernden LKW sind über Schleppkurven nachgewiesen. Das Bemessungsfahrzeug ist ein Sattelzug. Die Toranlage und die Waage wurden dementsprechend angeordnet. Die ankommenden LKWs müssen sowohl vor dem Abladen (voll) als auch nach dem Abladen (leer) gewogen werden. Die Waage ist so positioniert, dass sie für beide Wiegevorgänge angefahren werden kann.

Im hinteren Bereich befinden sich unterirdische und oberirdische technische Anlagen sowie Parkflächen für Besucher und Personal. Ferner wird ein Versickerungsbecken mit Sedimentationsvorstufe für die gefassten Oberflächenwässer (Hof- und Dachflächen) errichtet.

2.2 Gebäude

Die geplante Heizzentrale verfügt über Grundrissabmessungen von ca. 45 m x 63 m. Die Hackgutkessel – welche zum Abschluss der Vorplanung seitens Knecht Ingenieure GmbH empfohlen wurden – erfordern eine Gebäudehöhe von ca. 17 m. Die Anlagenhöhe, welche die Gebäude maßgeblich beeinflusst, wurde als Richtwert an die Bauleitplanung weitergegeben und fließt in den B-Plan ein.

Die Heizzentrale Neu besteht aus vier miteinander verschmelzenden Funktionen/Kubaturen. Diese werden nachfolgend beschrieben. Die Ansichten Süd-Ost (SO) und Nord-Ost (NO) sind in Abbildung 2-2 dargestellt.

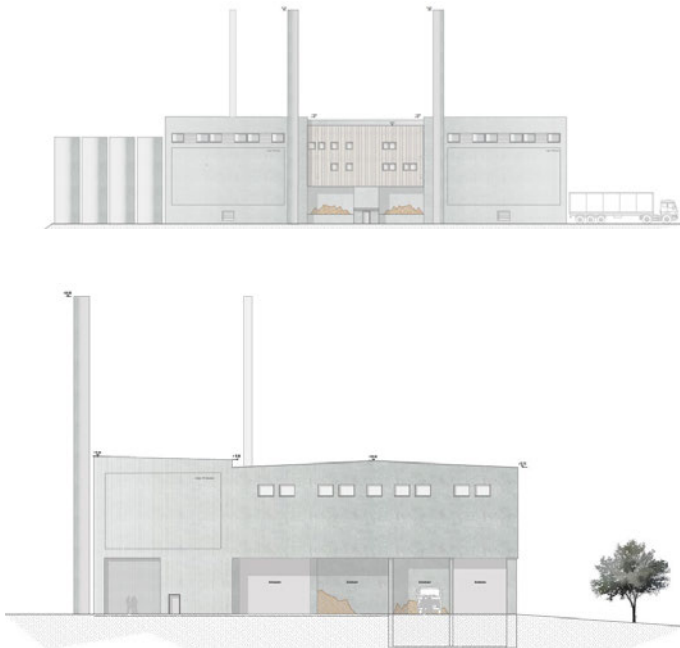


Abbildung 2-2: Ansichten SO (oben) und NO (unten)

Zwei Hackgutkesselhäuser

Funktion: Standort Hackgutkessel

Obergeschosse 1 und 2

Befinden sich „schwebend“ zwischen den beiden Hackgutkesselhäusern

Hier finden sich: Leitwarte/n mit elektrischen Schaltanlagen, Büro für Betriebsleiter, Besprechungsraum, Besucher-WC, ELT-Hausanschluss mit PV-Wechselrichter

Hackgut-Wochenlager

Hier finden sich: Anlieferungsmulden & Automatik-Laufkran

Wochenlager-Anbau

Hier finden sich: Gas-Besicherungsanlage, Netzpumpen, Lagerfläche für Ersatzteile etc., Labor sowie WC/Mitarbeiter-Duschen

Im Folgenden sind die Grundrisspläne dargestellt. Diese umfassen: Erdgeschoss in Abbildung 2-3, Obergeschoss (1. OG) in Abbildung 2-4 und 2. Obergeschoss (2. OG) in Abbildung 2-5. Die Nutzung bzw. Raumaufteilung der einzelnen Geschosse wird kurz erläutert.

Erdgeschoss

Im vorderen Bereich des Gebäudes befinden sich die Kesselhäuser, im hinteren Bereich das Wochenlager. Zwischen den Kesselhäusern ist der Abwurf, welcher die Hackschnitzel über Förderbänder zu den Öfen transportiert. Die Kesselhäuser sind teils unterkellert. Dieser Keller dient als Aschekeller. Der linke Bereich des Wochenlagers wird ein Ersatzteillager. Zwischen Kesselhaus und Ersatzteillager wird die Druckluftzentrale untergebracht.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

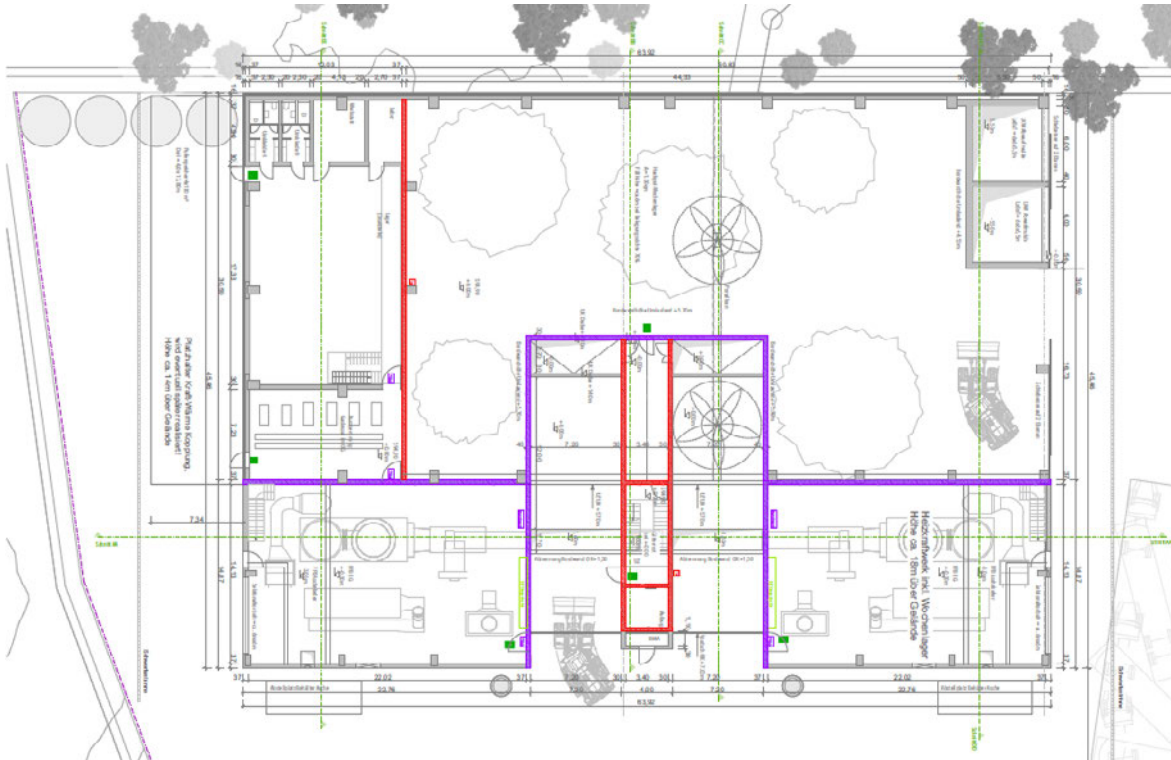


Abbildung 2-3: Grundriss Erdgeschoss

1. Obergeschoss

Zwischen den Kesselhäusern befinden sich im 1. OG die Leitwarten, der Technikraum sowie ein Büro. Im Raum oberhalb der Druckluftzentrale wird ein Gaskessel installiert.

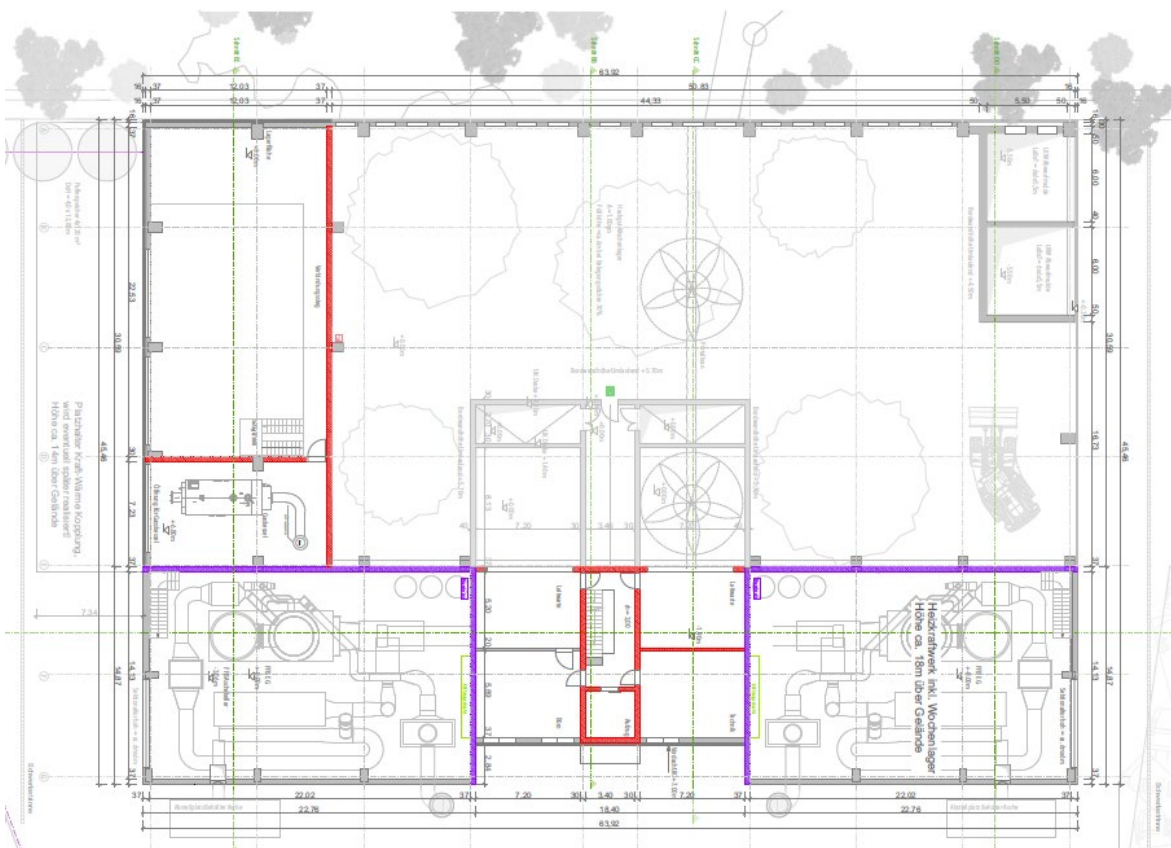


Abbildung 2-4: Grundriss 1. Obergeschoss

2. Obergeschoss

Zwischen den Kesselhäusern im 2. OG befinden sich ein Seminarraum, ein Sozialraum sowie Toiletten.

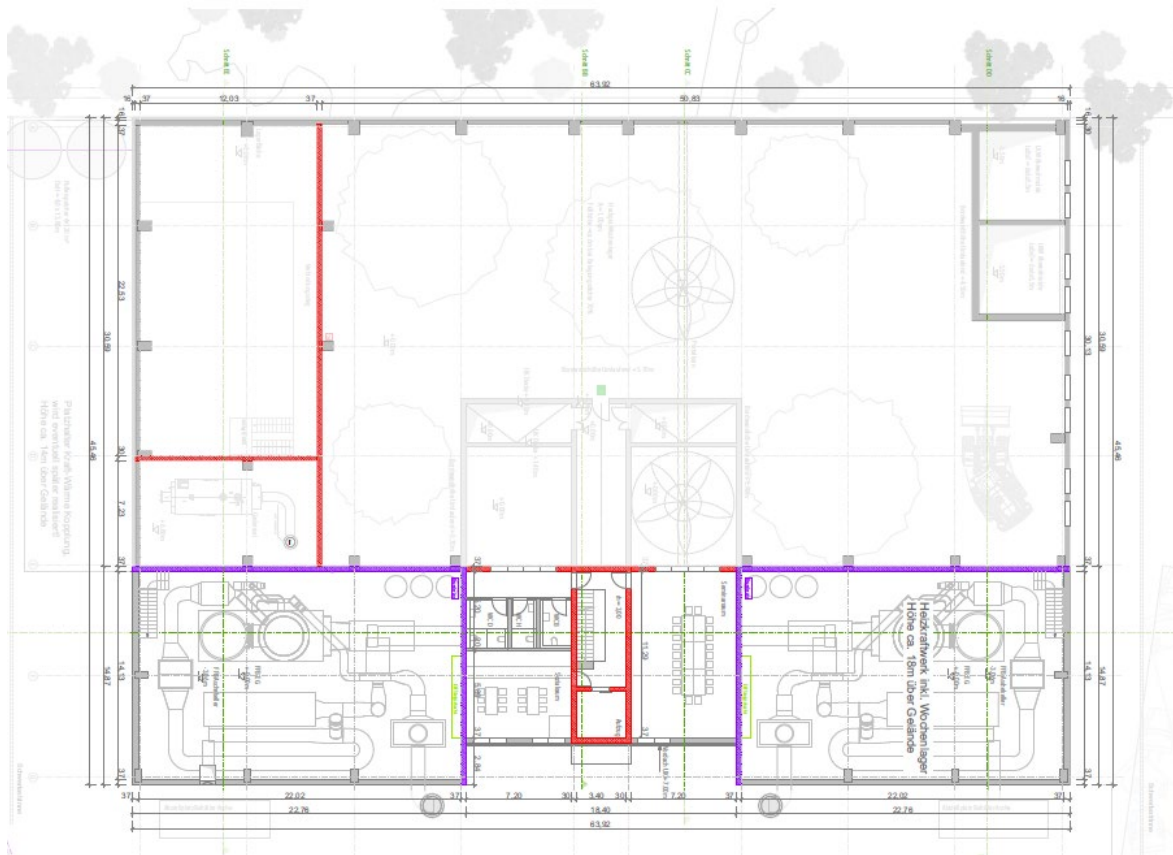


Abbildung 2-5: Grundriss 2. Obergeschoss

Nachrüstbarkeit von Anlagen

Das Gebäude wird für eine langfristige Nutzungsdauer (Jahrzehnte) geplant, sodass bereits heute eine Erweiterungs-/Nachrüstungsoption, bspw. für eine regenerative Spitzenlasterzeugung oder die Bereitstellung zusätzlicher Erzeugerkapazitäten, berücksichtigt wurde.

Dieser Planungsaufgabe wurde durch folgende drei Merkmale nachgekommen.

- o Im Südosten des Gebäudes wurde eine Fläche von rund 355 m² als Platz für eine bauliche Erweiterung freigehalten.
- o Zudem wurde in der Tragwerksplanung statisch ein nachträglicher Durchbruch durch die Wand hinein in das Wohnlager zur Integration eines weiteren Brennstoff-Tagesbunkers mitberücksichtigt.
- o Das Lager (Ersatzteile) mit einer Fläche von 205 bzw. 275 m² wurde als bis unter das Dach offener Raum ausgebildet, sodass bei Bedarf zukünftig eine Zwischendecke ausgebildet werden kann.

Die Abbildung 2-6 enthält hierzu eine Skizze.

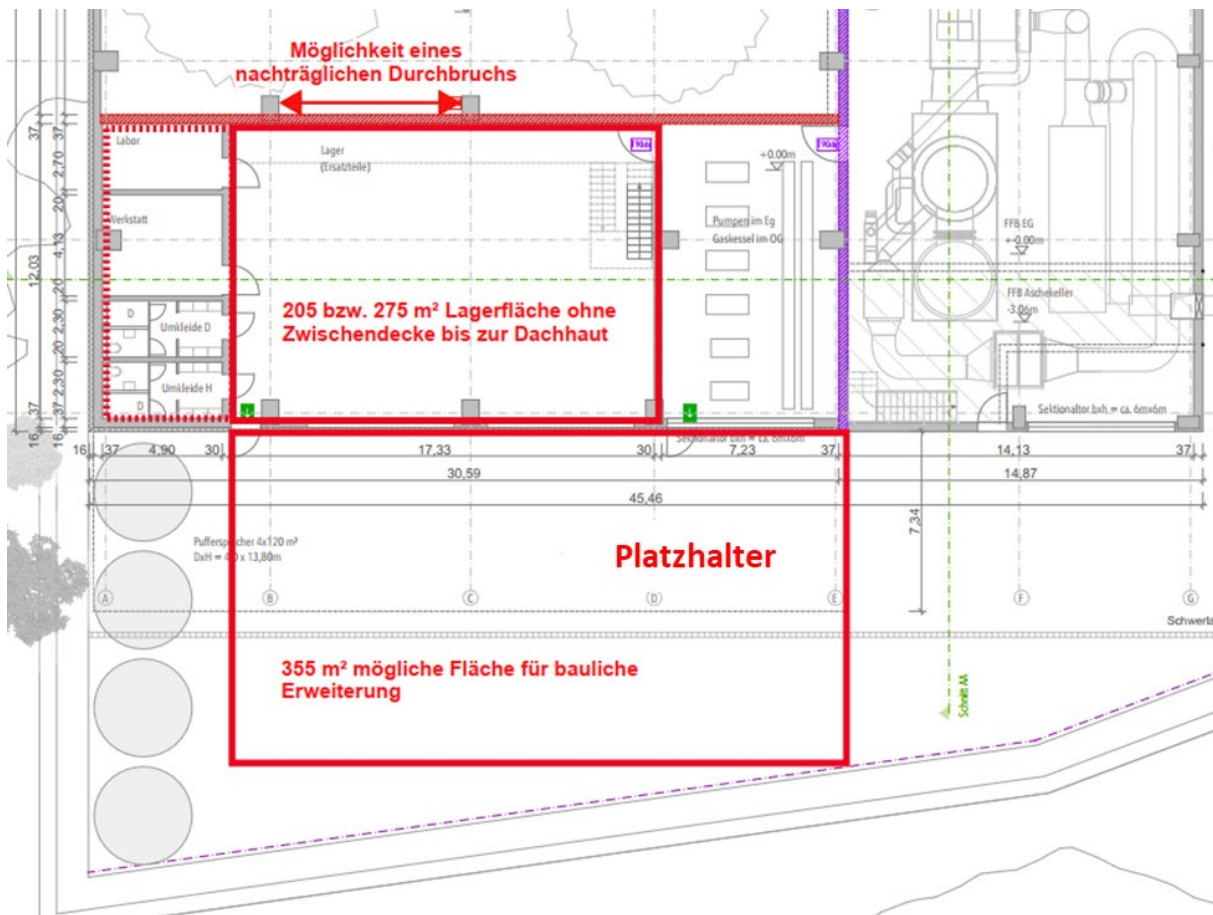


Abbildung 2-6: Schematische Darstellung zur Erweiterungsoption

2.3 Entwässerung und Trinkwasserhygiene

Die Dach- und Oberflächenwässer sind, gemäß Entwurf des B-Plans, auf dem im Nordosten anschließenden Flurstück 954 rückzuhalten und zu versickern. Hierzu wurde eine Versickerungsmulde zzgl. Freianlagenentwässerung geplant.

Im Zuge der Planung zeigte sich, dass ein fester Schmutzwasser-Kanalanschluss, sei er als Freispiegel- oder als Druckleitung ausgeführt, weniger wirtschaftlich ist, wie eine Schmutzwasser-Sammelgrube, welche in etwa auf eine einmal-jährliche Entleerung dimensioniert ist.

Um die Schmutzwasser-Sammelgrube (Abbildung 2-7) nicht unnötig durch die im Falle einer Kesselnotkühlung anfallende Menge an klarem, unverschmutzten und lediglich erwärmten Wasser aus den Sicherheitswärmetauschern der thermischen Ablaufsicherung zu belasten, wurde eine zweite vom Schmutzwassernetz getrennte Grube zzgl. Grundleitungsnetz eingeplant. Im hierzu vorgesehenen Stahlbetonbehälter (80 m³) werden zum Schutz des Betonbehälters stets ca. 30 m³ kaltes Wasser vorgehalten und weitere 50 m³ Volumen für erhitztes Wasser aus der Kesselnotkühlung bereitgestellt. Im Nachgang einer Kesselnotkühlung soll mittels einer zum heutigen Planungsstand nicht fest installierten Tauchpumpe das abgekühlte unverschmutzte Wasser (bis auf 30 m³ „Restmenge“) dem Regenentwässerungssystem zugeführt werden. Hierzu wurden in beiden Kesselhäusern Grundleitungsanschlüsse für beide Entwässerungssysteme eingeplant.

Ebenso ist es geplant die beiden Spülstationen der sonst stagnierenden Trinkwasserleitungen zu den thermischen Ablaufsicherungen der beiden Kessel an das System des „sauberen Schmutzwassers“

Planungsbericht – BEW-Modul 1

anzuschließen. Auf diese Weise können unnötige Kosten der Schmutzwasserentsorgung und CO₂-Emissionen für unnötige Fahrten eines Pumpenwagens vermieden werden.

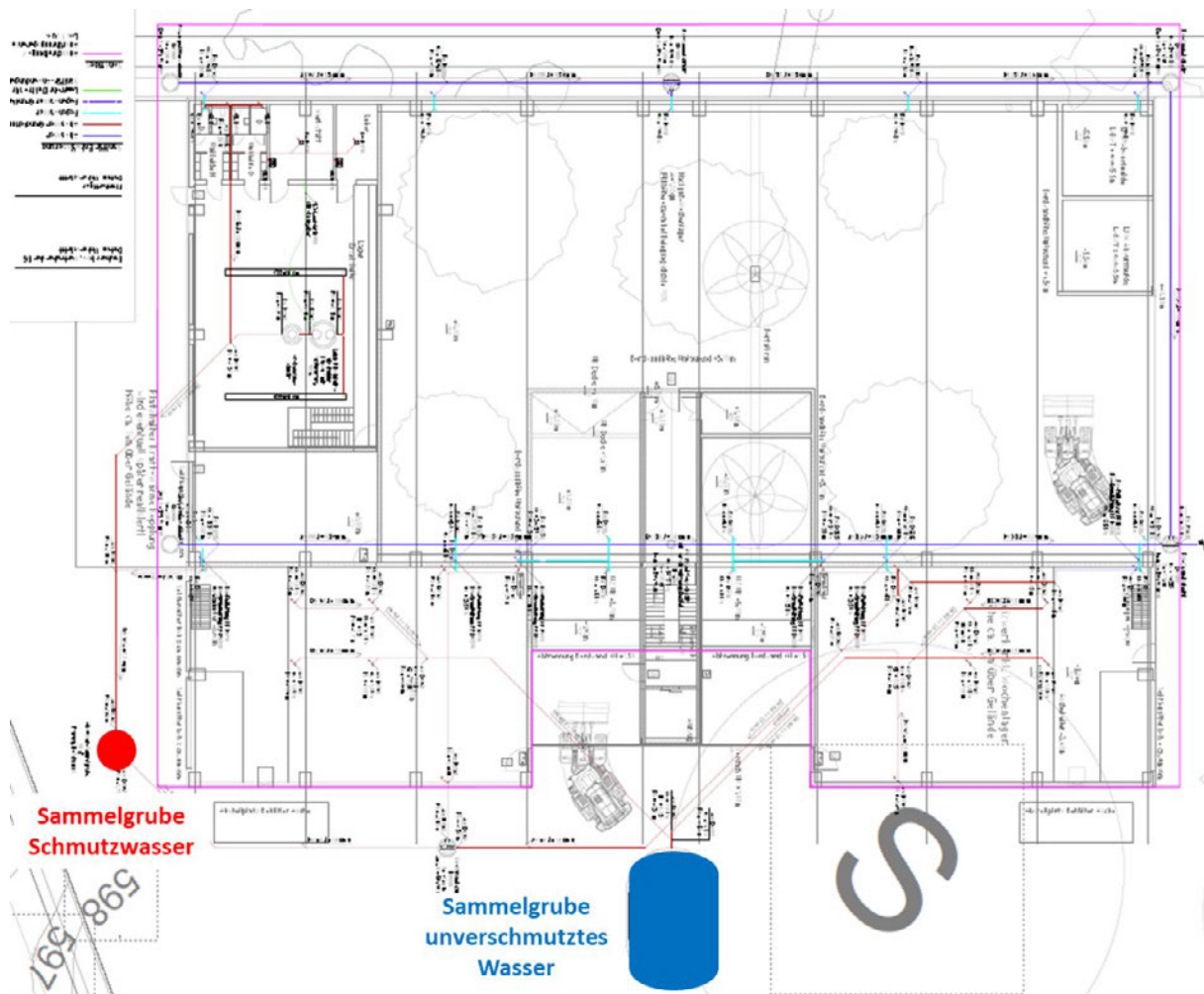


Abbildung 2-7: Lageplan Sammelgruben

Die Spülstationen spülen gemäß den Mindestanforderungen der DIN 1988-200 und VDI 6023 spätestens alle 7 Tage in turbulenter Strömung die DN 100-/DN 65-Leitungen. Es ist vorweggreifend einer Konkretisierung in der Ausführungsplanung (Planung mit konkretem Kessel-Hersteller/-Modell) mit einer Spülwassermenge ab Gebäudeeintritt von mindestens 250 Liter/Woche (13 m³/a) zu rechnen.

Das Lager für Ersatzteile in südwestlicher Verlängerung zum Hackgutwochenlager kann durch die beiden geplanten Sektionaltore auch als Garage für Radlader, Räumfahrzeug o. a. genutzt werden und ist mit Entwässerungsrinnen mit nachgeschaltetem Leichtflüssigkeitsabscheider ausgestattet.

2.4 Gebäudebeheizung

2.4.1 Beheizung Lager (Ersatzteile) und Abfuhr Verlustwärme aus Hackgutkesselhäusern

Für das Lager (Ersatzteile) im südwestlichen Anbau des Wochenlagers stellte sich als Raum ohne dauerhaften Personenaufenthalt, sowie situiert außerhalb der thermischen Hülle die Frage nach der wirtschaftlichen und ökologischen Sinnhaftigkeit einer festen Raumbeheizung. Da sich ohne Frage ein höherer Komfort für Wartungs- und Instandhaltungspersonal ergibt, wenn im Winter Reparaturen innerhalb eines zumindest überschlagenen Raumes erledigt werden können, denn in einem vollkommen unbeheizten Raum, lag die Idee

Planungsbericht – BEW-Modul 1

nahe, die anders kaum nutzbare Verlustwärme zumindest des südlichen Hackgutkesselhauses hierfür zu nutzen. Aus der Erfahrung anderer Projekte stellt sich in Kesselhäusern ohne mechanische Belüftung während der Heizperiode unter der Decke eine Lufttemperatur von bis zu 50°C ein. Diese wird i. d. R. über einen höheren Anteil an Verbrennungsluftöffnungen im oberen Teil der Außenwände als Verlustleistung über das Prinzip der freien Konvektion nach Außen gelüftet.

Ohne dieses Prinzip der freien Abfuhr unnützer Wärme stören zu wollen, wurde zum Abschluss der Entwurfsplanung für das südliche Hackgutkesselhaus ergänzend eine mechanische Warmluftabsaugung als Luftheizung für das Lager (Ersatzteile) geplant.

Die konservativen Auslegungsparameter lauten:

- o Warmluft-Quelle Kesselhäuser: 40°C
- o Raumluf-Soll-Temperatur Lager (Ersatzteile): 10°C
- o Heizlast Lager (Ersatzteile) bei 80 W/m²: 22 kW

Es resultieren hieraus folgende Größen der Luftheizung:

- o Benötigter Volumenstrom bei $\Delta 30$ K und 22 kW: 2.000 m³/h
- o Benötigter Rohrdurchmesser bei 3 m/s: DN 500

Als Einbauteile für dieses System des Warmluft-Recyclings:

- o Brandschutz-Klappe am Ausgang des Kesselhauses
- o Luftfilter-Einbaukasten mit grob und Feinfilter
- o Rohrventilator mit Steuerung über Raumtemperaturfühler im Lager (Ersatzteile)

2.4.2 Beheizung der Räume innerhalb der thermischen Gebäudehülle

Für alle Räume innerhalb der thermischen Gebäudehülle wurde eine klassische Fußbodenflächenheizung mit einer Spreizung von VL/RL = 45°C/38°C geplant. Dies betrifft die Räumlichkeiten: Labor, Werkstatt, Umkleiden/Duschen (südwestlicher Anbau des Wochenlagers) sowie die Aufenthaltsräume („schwebender Gebäudeteil“ zwischen den beiden Hackgutkesselhäusern).

2.5 Brennstoff und Anlieferung

Die Stadtwerke haben bei einer Großzahl der im Einzugsgebiet ansässigen Hackgutlieferanten voraussichtlich verfügbare Liefermengen und Hackgutzusammensetzungen abgefragt und mit einigen davon vorvertragliche Absichtserklärungen zur Brennstofflieferung abgeschlossen. Hieraus ergibt sich die Sicherheit, dass die benötigte Menge von rund 48.000 MWh/a Endenergie aus den Hackgutkesseln bzw. die hierfür benötigten 65.000 srm/a bis 70.000 srm/a bereitgestellt werden können.

Innerhalb der Entwurfsplanung wurde über einen aufbereiteten und an das künftige Fernwärmenetz angepassten Wärmelastgang ein Brennstofflastgang der beiden Hackgutkessel generiert. Die für diese Rückrechnung verwendeten Werte betragen:

- o Heizwert Hackgut: 720 kWh/srm
- o Liefervolumen LKW/Hängerzug: 80 srm/LKW

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Der Lastgang der Verbrennungswärmeleistung und die hieraus resultierende Anzahl an LKWs zur Lieferung des Brennstoffs sind in Abbildung 2-8 dargestellt.

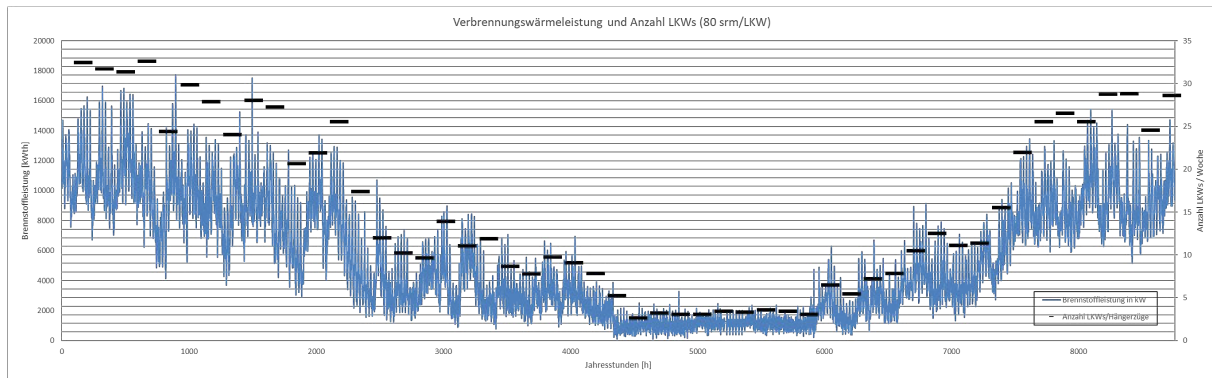


Abbildung 2-8: Lastgang Verbrennungswärmeleistung und daraus resultierende Anzahl an Brennstofflieferungen

Aus dem Diagramm lässt sich ein Spitzenverkehr von 33 Lieferungen pro Woche ablesen. Dies bedeutet unter der Annahme einer Vier-Tage-Woche zu Zeiten des Spitzenbedarfs einen Anlieferverkehr von 8,25 LKWs/Tag, also 9 LKWs/Tag (720 srm/Tag). Diese Daten wurden als Grundlage zur Dimensionierung/Auslegung eines Automatik-Laufkranes herangezogen, wie er sich im Zuge des Variantenvergleichs (siehe Machbarkeitsstudie) gegenüber einer Brennstoffbeschickung mittels Radlader hat behaupten können.

Mit dem Ziel eines möglichst automatisierten Anlieferungsvorgangs wurde im Norden des Betriebsgeländes eine 18 m lange LKW-Unterflurwaage mit Kamera-Überwachung und zwei Abkippmulden (ebenfalls mit Kamera-Überwachung) geplant.

Nach dem Wiegen wird der Brennstoff über Abkippen oder Schubböden von den LKWs in eine von zwei Abkippmulden mit je rund 190 m³ geschüttet, wovon ein automatischer 10-Tonnen-Laufkran mit einem Mehrschalengreifer von 7 m³ Rauminhalt den Brennstoff in das Wochenlager befördert. Über die beiden nebeneinanderliegenden, jedoch räumlich getrennten Abkippmulden, kann die Anlieferung von unterschiedlichen Brennstoff-Qualitäten zweier unterschiedlicher Brennstofflieferanten gleichzeitig erfolgen.

Die LKW-Abwurfmulden (Abmessungen A x B x T = 6 x 6 x 5,5 m) ermöglichen bei der Entleerung durch einen Mehrschalengreifer (geöffneter Durchmesser rund 5,4 m) eine effiziente Volumennutzung, bei möglichst wenig Totraum in den Mulden.

Noch nicht beantwortet ist die Frage, ob ein einmaliges Wiegen des Brennstoffes ausreichen soll und auch darf. Die Soll-Frage stellt sich aus Sicht der Heizwerkbetriebsgesellschaft, welcher bei konsequentem Ausnutzen dieser durchaus vertrauensbasierten Abrechnungsform durch den/die Lieferanten eine höhere, denn tatsächlich gelieferte Brennstoffmenge in Rechnung gestellt werden könnte. Dies geschieht dann, wenn die mit mittlerer Tankfüllung im Leergewicht erfassten Lieferfahrzeuge der Lieferanten konsequent mit vollem Tank zur Brennstoff-Anlieferung vorgefahren werden. Entgegenwirken lässt sich der Gefahr durch vereinbarte unangekündigte Stichproben zur Leergewichtserfassung mit vertraglich vereinbarter Möglichkeit der Leergewichtskorrektur zum Ende der Abrechnungsperiode. Es muss betont werden, dass auch die Lieferanten von der einmaligen und dadurch schnelleren Wiegung profitieren und deshalb ein eigenes Interesse am Funktionieren dieser Abrechnungsform haben sollten. Die Frage des „Dürfens“ stellt sich wegen der noch nicht finanzrechtlich/buchhalterisch geklärten Vorgaben. Ebendiese Frage an die BImSch-Genehmigungsbehörde

Planungsbericht – BEW-Modul 1

gestellt, ergab dass es von dieser Seite keine Forderung zur zweifachen Wiegung bzgl. Unterscheidung unterschiedlicher Brennstoffqualitäten, so z. B. Brennstoffmengen mit und ohne Mengen-Limitierung, gibt.

Ziel der Brennstofflogistik ist es den Hackgutkesseln möglichst automatisiert einen möglichst homogenen Brennstoff zuzuführen, damit möglichst ohne Personaleinsatz ein von den Kesseln möglichst leicht bzw. konstant zu regelnder Verbrennungsprozess mit möglichst geringen Emissionen erreicht werden kann. So werden im ersten Schritt zur Homogenisierung, die gelieferten Brennstoff-Chargen über Eingabe der Lieferanten in einem Bedienpanel des Automatikkrans je nach Sorte/Feuchte in unterschiedlichen Bereichen des Wochenlagers abgelegt.

Diese Unterscheidung sollte drei bis maximal vier unterschiedliche Fraktionen nicht überschreiten, da einerseits der Platz im Wochenlager sonst nicht optimal genutzt werden kann und andererseits die Programmierung des Krans unüberschaubar groß werden würde. Die Lagerung der verschiedenen Fraktionen im Wochenlager erfolgt ohne räumliche Trennung, sodass es in den Übergangsbereichen der verschiedenen flexibel und in der Größe variabel zu programmierenden Zonen zwangsläufig zu einer Vermischung der Fraktionen kommt.

Aus dem Wochenlager heraus wird der Brennstoff in wechselnden Schaufeln aus den unterschiedlichen Fraktionen in die beiden Tagesbunker gefüllt. Zur Entzerrung der Kranlaufzeiten erfolgt die Beschickung der Tagesbunker vornehmlich in den Zeiten außerhalb der Brennstoffanlieferung.

Die verwendbaren Brennstofffraktionen richten sich nach Anhang 1 der BEW-Förderrichtlinie. Mangels regionaler Verfügbarkeit und Eignung hinsichtlich der geplanten Kesselfeuerungstechnik wird von einer Verbrennung der Brennstofffraktionen „Stroh und strohähnliche Biomasse“, „Ernterückstände“ und „feste industrielle Substrate“ verzichtet. Ebenso wird von einer Verbrennung von Altholz der Kategorie A3 abgesehen, da dieser Brennstoff einen immissionsschutzrechtlichen Betrieb nach 17. BImSchV (Abfallverbrennungs-/mitverbrennungsanlage) anstelle nach 44. BImSchV bedingen würde.

Gleichgeartet würde sich der Wechsel in der Anlageneinstufung nach 4. BImSchV ergeben, wenn bei der Verbrennung von Altholz A1 und A2 eine Grenze von 3 t/h für beide Hackgutkessel überschritten würde.

2.6 PV-Nutzung

Verhältnismäßig wenig Änderungen ergaben sich während der Entwurfsplanungsphase bei der gebäudenahen PV-Nutzung für die Heizzentrale. Vorbehaltlich einer Mehrung/Minderung der installierbaren Leistung von $\pm 10\%$ durch das Zusammenspiel mit der Detailplanung der Architektur innerhalb der Werkplanung, sowie weiterer Effizienzsteigerung bei den PV-Modulen stellt sich die Aufteilung der möglichen PV-Nutzung, wie in Tabelle 2-1 zusammengefasst, dar. In Abbildung 2-9 ist ein 3D-Modell aus der Ertragssimulation dargestellt, welches mit der Planungssoftware PVSol-Premium angefertigt wurde.

Planungsbericht – BEW-Modul 1



Abbildung 2-9: 3D-Modell

Tabelle 2-1: Mögliche PV-Nutzung

	Module	Leistung	Jahresertrag
Dach	768	338 kWp	348.039 kWh/a
Wochenlager			
Dächer	192	85 kWp	87.550 kWh/a
Kesselhäuser			
Fassaden	211	94 kWp	70.890 kWh/a
Kesselhäuser			
Gesamt	1.171	517 kWp	506.479 kWh/a

Die Tabelle 2-2 enthält eine Zusammenstellung von relevanten Stromverbrauchs- und PV-Erzeugungsdaten anhand modellierter Lastgänge.

Tabelle 2-2: Zusammenstellung relevanter Stromverbrauchs- und PV-Erzeugungsdaten

Netzpumpen	Spezifische Stromaufnahme Hauptpumpen (KSB Etanorm 125-100-250)	0,2188 kW/m ³
	Spezifischer Wärmeinhalt Heizungswasser	0,0300 m ³ /kW
Krananlage	Stromverbrauch Steuerung	0,5000 kW
	Spezifischer Stromverbrauch der Brennstoffförderung	0,0002 kWel/kWth
Kennwerte Strom	Netzpumpenstrom max.	136 kW
	Hilfsstrom Hackgutkessel max.	216 kW
	Hilfsstrom Summe max.	355 kW
	Jahresstrombedarf Netzpumpen	342.432 kWh
	Jahresstrombedarf Krananlage	15.547 kWh
	Jahresstrombedarf Kessel	541.780 kWh
	Jahresstrombedarf gesamt	899.758 kWh
Auswertung PV	Hilfsstrombedarf gesamt	899.758 kWh
	Eigenverbrauch PV (absolut)	198.189 kWh
	Eigenverbrauch PV (Rate)	39,13 %
	Erzeugung PV	506.479 kWh
	Überschusseinspeisung PV	308.289 kWh
	Hilfsstrom Netzbezug	701.569 kWh
	Autarkiegrad	22,03 %

3 Wärmesenken/-kunden

Bei der Planung wurden alle Interessenten, identifizierten Ankerkunden und städtischen Liegenschaften zu 100 % berücksichtigt. Für die Gruppe der Noch-Nicht-Interessierten wurde eine Anschlussquote von 50 % bei Kleinabnehmern (bspw. Einfamilienhäuser) sowie eine Anschlussquote von 75 % bei größeren Abnehmern (bspw. Mehrfamilienhäuser) angenommen. Somit ergeben sich aktuell insgesamt 730 Anschlussnehmer, siehe Tabelle 3-1. Im Rahmen der Ausführungsplanung wird die Anschlussnehmerzahl, bspw. auf Basis neuer Interessentenzahlen, konkretisiert.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Tabelle 3-1: Übersicht potenzielle Abnehmer

Anschlussnehmergruppe	Quotierung	Stand 02/2024
Interessenten insgesamt	-	340
Interessenten in den Versorgungsgebieten	100 %	213
Ankerkunden und städtische Liegenschaften	100 %	68
Potenzielle Anschlussnehmer (Noch-Nicht-Interessierte)	50 % Kleinabnehmer 75 % größere Abnehmer	412
Wärmekunden bestehender Wärmenetze	100 %	37
Summe		730

Wie bereits im Zuge der Machbarkeitsstudie erläutert, wurde auf Basis der Interessendichte und der Lage der Ankerkunden/Großabnehmer sowie städtischen Liegenschaften ein Fernwärme-Versorgungsgebiet definiert. In Abbildung 3-1 und Abbildung 3-2 sind die Anschlussnehmer und der Trassenverlauf dargestellt.

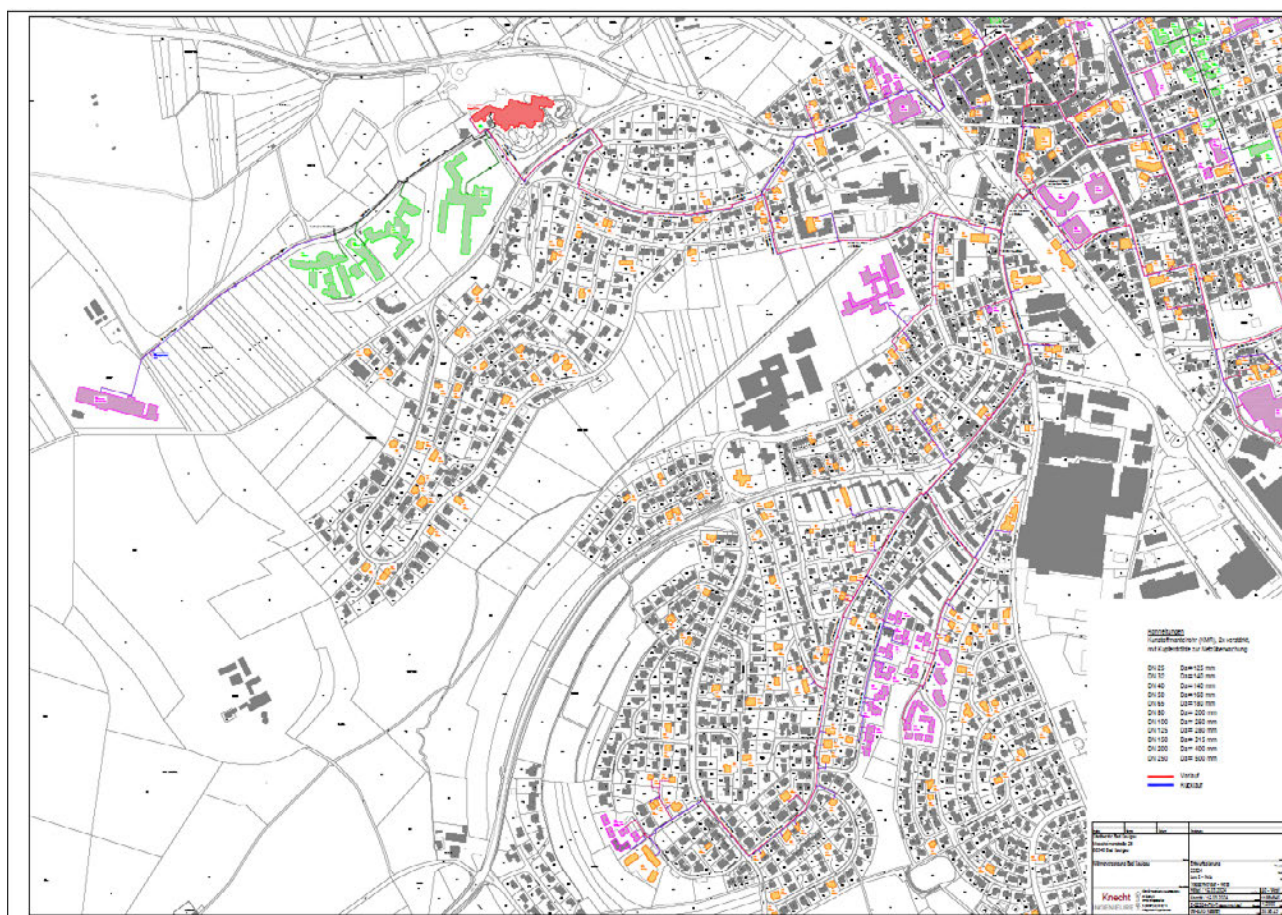


Abbildung 3-1: Trassenverlauf mit Anschlussnehmern "West"

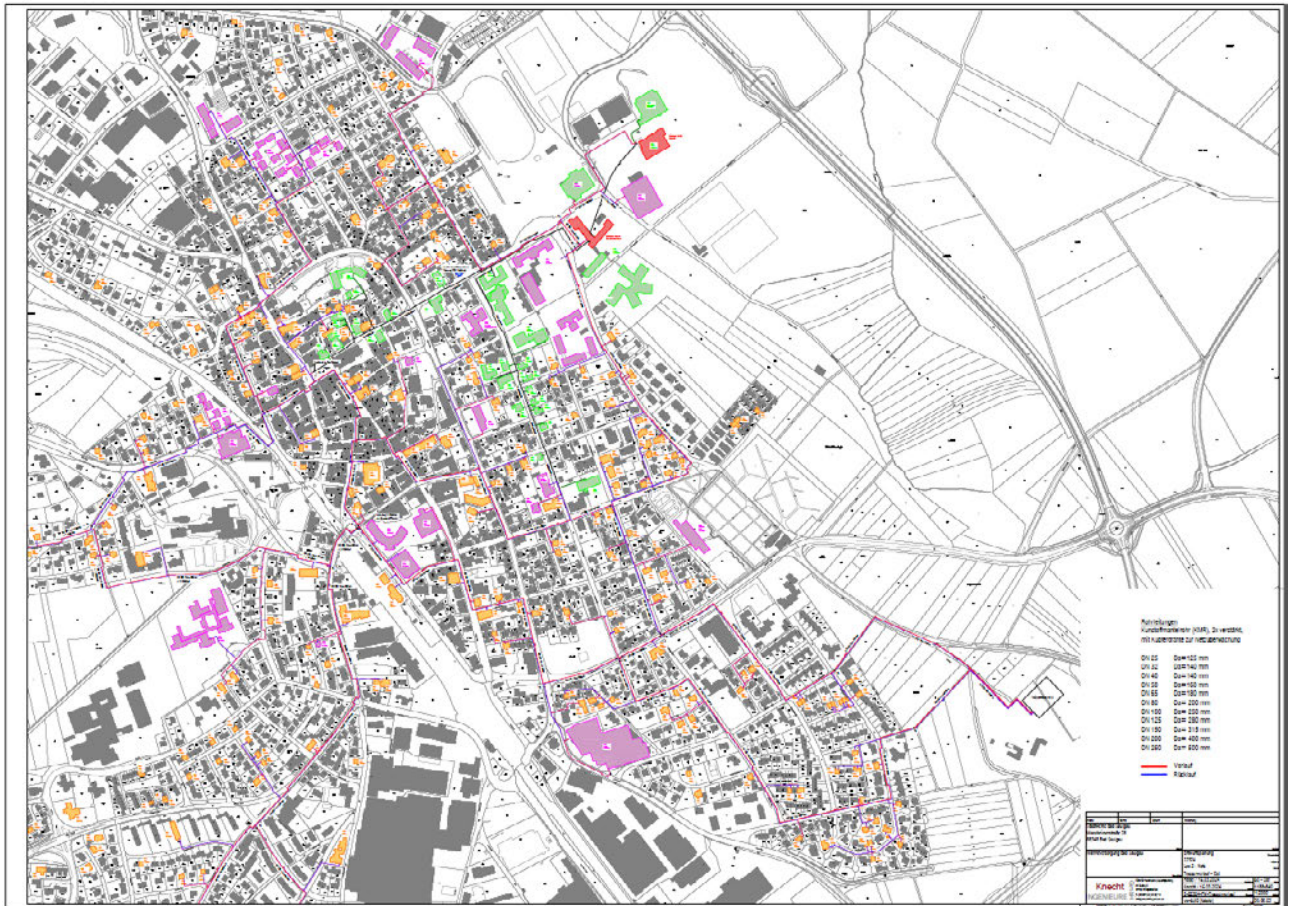


Abbildung 3-2: Trassenverlauf mit Anschlussnehmern "Ost"

Der jährliche Gesamtwärmebedarf der Anschlussnehmer beträgt in Summe ca. 47.430 MWh. Die benötigte Gesamtwärmeleistung beträgt ca. 25.900 kW. Eine Übersicht nach Quartieren ist in Tabelle 3-2 dargestellt.

Tabelle 3-2: Wärme- und Leistungsbedarf in den einzelnen Quartieren

Quartier	Wärmebedarf [kWh]	Leistungsbedarf [kW]
Südlich Buchauerstraße	4.473.167	2.194,1
Kliniken	12.717.740	6.538,1
Schulgebiet LRA	1.548.455	890,5
Seewatten	4.123.285	2.078,1
Wohngebiet „Am Roßgarten“	1.730.619	824,1
Wohn- und Gewerbegebiet	2.841.527	1.559,1
Wohn- und Kernstadtgebiet	8.760.586	4.609,8
Liebfrauenstraße	10.896.157	6.856,9
Gewerbegebiet Mitte	338.000	314,9
Summe	47.429.536	25.866

Für die Entwurfsplanung wurden 730 Übergabestationen berücksichtigt, die sich in die Größenklassen gemäß Tabelle 3-3 unterteilen lassen. Die größte Anschlussnehmerklasse stellen private Wohngebäude (Einfamilien- und Zweifamilienhäuser) im Leistungsbereich 15 kW bis 50 kW dar.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Tabelle 3-3: Größenklassen Übergabestationen

Größenklassen Übergabestationen (KW)	Anzahl (gerundet)
Typ 15-50	635
Typ 60-100	33
Typ 100-200	17
Typ 200-500	8
Bestand (Größenklassen, siehe Machbarkeitsstudie)	37
Gesamt	730

Bei den zu versorgenden Gebäuden handelt es sich überwiegend um Bestandsgebäude. Die VL- und RL-Temperaturen der neuen Übergabestationen sind daher so ausgelegt, dass eine Wärmeversorgung in den Wintermonaten gesichert und eine ordnungsgemäße Warmwasserbereitung (mit bestehenden Kundenanlagen) möglich ist. Die Übergabestationen dienen der Trennung vom Fernwärmenetz zur Kundenanlage (Gebäudeinstallation) und stellen die Eigentumsgrenze zwischen Wärmelieferant und Wärmeabnehmer dar. Die Abbildung 3-3 zeigt hierzu ein vereinfachtes Schema.

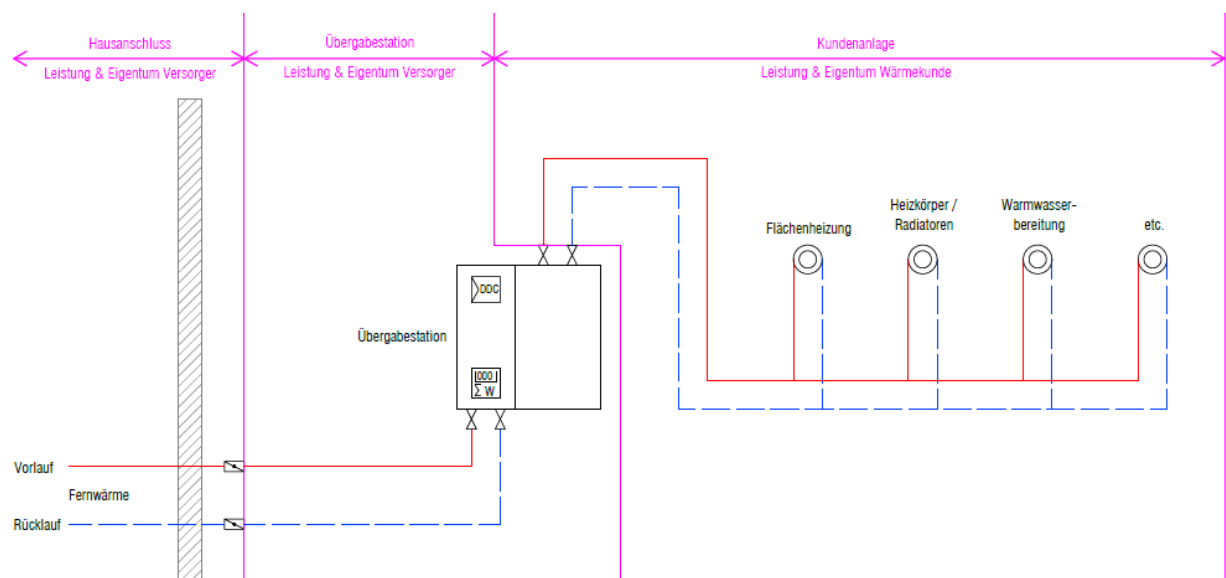


Abbildung 3-3: Vereinfachtes Schema Übergabestation

Die Wärmeübergabestationen werden in den Technikräumen der jeweiligen Gebäude (Anschlussnehmer) installiert. Abhängig von der Anschlussleistung werden die Wärmeübergabestationen als Kompaktstationen (bis ca. 150 kW) bzw. modulare Übergabestationen (ab ca. 150 kW) errichtet. Die Übergabestationen werden grundsätzlich auf den jeweiligen Wärmeabnehmer abgestimmt.

Generell werden die Wärmeübergabestationen mit Differenzdruckregler und Volumenstrombegrenzer, Schutzfilter, Thermometer, Manometer, Entleerung, Wärmemengenmessung, Volumenstromregler mit Stellantrieb auf der Primärseite versehen. Die Systemtrennung erfolgt mittels Platten-Wärmeübertrager mit Wärmeschutzisolierung. Die Sekundärseite ist mit Sicherheitsventil (Ansprechüberdruck: 3,0 bar), Anschlussstutzen für Ausdehnungsgefäß, Schutzfilter, Thermometer, Manometer, Entleerung, Regler-Zentralgerät einschließlich Heizungsregler ausgestattet.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Zur Steigerung der Effizienz des Fernwärmenetzes bzw. Minimierung der Vorlauftemperaturen werden die Wärmetauscher mit einer Grädigkeit von 3 K ausgelegt (Standard 5 K). Ferner wird eine spätere Reduzierung der Systemtemperaturen (siehe Kapitel 4.1.4) um 5 K bei der technischen Auslegung eingeplant. Zu Beginn werden die Übergabestationen mit den Temperaturen gemäß Tabelle 3-4 betrieben.

Tabelle 3-4: Betriebstemperaturen an der Wärmeübergabestation

Grädigkeit WT 3 K	Primärseite HÜS	Sekundärseite HÜS
Winter	78/53°C	75/50°C
Sommer	73/53°C	70/50°C

Unter Berücksichtigung einer möglichen Systemtemperaturreduzierung ergeben sich die, in Tabelle 3-5 dargestellten, Auslegungstemperaturen.

Tabelle 3-5: Auslegungstemperaturen an der Wärmeübergabestation

Grädigkeit WT 3 K	Primärseite VL/RL	Sekundärseite VL/RL
Winter	73/48°C	70/45°C
Sommer	68/48°C	65/45°C

Eine Auflistung aller Übergabestationen inkl. den Temperaturniveaus, Leistungsangaben etc. ist im Anhang „SWBS-PB Kundendatei Wärmenetz“ enthalten.

Wärmeübergabestationen Einfamilienhäuser bzw. Kleinabnehmer

Für Kleinabnehmer sind konventionelle Kompaktstationen mit Plattenwärmetauscher vorgesehen. Das Schema der Wärmeübergabestationen „Kleinabnehmer“ ist dem Anhang (SWBS-PB FW-Übergabestation Kleinabnehmer) zu entnehmen.

Der Anschluss der Warmwasserbereitung sowie der Heizkreise erfolgt bauseits durch den Wärmeabnehmer auf der Sekundärseite. Die Verbrauchserfassung erfolgt über einen Wärmemengenzähler auf der Primärseite. Über die interne Regelung der Übergabestationen können verschiedene Heizkreise sowie die Warmwasserbereitung auf der Sekundärseite geregelt werden.

Wärmeübergabestationen Mehrfamilienhäuser bzw. Großabnehmer:

Für Großabnehmer sind modulare Übergabestation mit Plattenwärmetauscher und primärseitigem Abgang als Anschlussmöglichkeit der Warmwasserbereitung vorgesehen. Das Schema der Wärmeübergabestationen „Großabnehmer“ (SWBS-PB FW-Übergabestation Großabnehmer) ist dem Anhang zu entnehmen.

Der Anschluss der Heizkreise erfolgt bauseits durch den Wärmeabnehmer auf der Sekundärseite. Der Anschluss der kundenseitigen Warmwasserbereitung erfolgt an den primärseitigen Abgang vor dem Plattenwärmetauscher in der Übergabestation. Zuzufolge werden Temperaturverluste durch den Wärmetauscher vermieden, eine schnelle und saubere Durchladung des Warmwasserspeichers bzw. Puffers (Frischwasserstation) durch volle Leistungsverfügbarkeit sichergestellt und somit eine möglichst niedrige Rücklauftemperatur gewährleistet.

Die Verbrauchserfassung erfolgt über drei getrennte Wärmemengenzähler auf der Primärseite, 1x Verbrauchserfassung Gesamt (Optional), 1x Verbrauchserfassung Heizung, 1x Verbrauchserfassung Warmwasserbereitung. Über die interne Regelung der Übergabestationen können verschiedene Heizkreise auf der Sekundärseite sowie die primärseitige Warmwasserbereitung geregelt werden.

4 Wärmenetz

4.1 Trassenführung und -ausgestaltung

4.1.1 Versorgungsgebiet und Netzlängen

Auf Grundlage der identifizierten Interessenten, Ankerkunden und städtischen Gebäude wurde unter Beachtung der BEW-Förderrichtlinie (maximale Trassenlänge von 20 km bei aktuellem Biomasseanteil) ein Trassenverlauf entwickelt, der die Einbindung der bestehenden Wärmenetze/Heizzentralen berücksichtigt.

Das Neubaunetz wird nachfolgend bzgl. der Anschlussnehmer in die Abschnitte „NEU“ und „Potenziell“ unterteilt. Wobei die Leitungslängen „NEU“ den Anschluss der bereits identifizierten Interessenten, Ankerkunden und städtischen Gebäude berücksichtigt. Mit den Leitungslängen „Potenziell“ werden die aktuell 412 potenziellen Anschlussnehmer (Noch-Nicht-Interessierte), die über die Anschlussquoten ermittelt wurden, einbezogen. Für jeden potenziellen Anschlussnehmer wird eine Längenpauschale von 5,2 m für die (zum Anschluss erforderliche) Wärmeverteilung und 15 m für den benötigten Hausanschluss hinterlegt.

Das Bestandsnetz Kliniken (Länge ca. 430 m) wird hydraulisch in das zukünftige Wärmenetz eingebunden und bezüglich der Trassenlänge berücksichtigt. Das bestehende Netz der Schützen-/Schulstraße wird zum Teil hydraulisch eingebunden (Schützenstraße – Stahlnetz KMR – ca. 740 m), der andere Teil des Netzes (Schulstraße – Kunststoffnetz PEX – 751 m) wird über einen Wärmetauscher hydraulisch getrennt und muss bei der Gesamtnetzlänge (maximale Trassenlänge) nicht berücksichtigt werden.

Gemäß der vorliegenden Planung ergeben sich die in Tabelle 4-1 dargestellten Trassenlängen für die Wärmeverteil-/Hauptleitungen.

Tabelle 4-1: Trassenlängen Wärmeverteilung

Wärmeverteilung „NEU“	16.676,70 m
Wärmeverteilungen „Potenziell“	2.142,40 m
Zwischensumme Wärmeverteilung „Neubaunetz“ Gesamt	18.818,10 m
Wärmeverteilungen Bestand (hydraulisch eingebunden)	1.170,00 m
Summe Wärmeverteilungen	19.988,10 m

Ergänzend sind in Tabelle 4-2 die Hausanschlussleitungen dargestellt, welche zur Berechnung der max. Netzlänge gemäß BEW-Förderrichtlinie nicht berücksichtigt wurden.

Tabelle 4-2: Trassenlängen Hausanschlüsse

Hausanschlussleitungen „NEU“	4.529,30 m
Hausanschlussleitungen „Potenziell“	6.180,00 m
Zwischensumme Hausanschlussleitungen „Neubaunetz“ Gesamt	10.709,30 m
Hausanschlussleitungen Bestand (hydraulisch eingebunden)	475,00 m
Summe Hausanschlussleitungen	11.184,30 m

Die Trassenlängen sind in Abbildung 4-1 kartografiert. Die farbliche Zuordnung der Netzabschnitte in den Tabellen orientiert sich an der Karte.



Abbildung 4-1: Übersichtsplan Trassenlängen

4.1.2 Netzaufbau

Das Fernwärmenetz wird i. d. R. in Haupt-, Zweig-, und Hausanschlussleitungen unterteilt. Hauptleitungen entsprechen den ersten Leitungen von Heizzentralen und dienen als Haupttransportleitungen der Wärme. Zweig- bzw. Verteilleitungen zweigen von den Hauptleitungen ab und dienen der Unterverteilung. Hausanschlussleitungen dienen dem Anschluss der Wärmeabnehmer an einer Haupt- oder Verteilleitung.

Das geplante Wärmenetz wird größtenteils, wenn baulich möglich, als Maschen bzw. Ringnetz umgesetzt. Ein Maschen- bzw. Ringnetz bezieht sich auf ein System, bei dem mehrere Wärmequellen (Heizzentralen) und Verbraucher miteinander verbunden sind, um eine redundante und effiziente Wärmeversorgung zu gewährleisten. Im Gegensatz zu einem linearen Netzwerk, bei dem die Wärme von einer zentralen Quelle zu den Verbrauchern fließt, ermöglicht ein Maschennetz eine flexiblere Verteilung der Wärme, da die Verbraucher über mehrere Quellen versorgt werden können und die Wärme in verschiedene Richtungen fließen kann. Diese Redundanz verbessert die Zuverlässigkeit des Systems, da Ausfälle/Wartungsarbeiten an einer Quelle oder am Netz nicht zwangsläufig zu einer Unterbrechung der Wärmeversorgung führen müssen.

4.1.3 Art der Rohrleitung, Dämmung und Dimensionierung (DN)

Für die Erschließung des Fernwärmenetzes ist die Verwendung von starren Stahl-Kunststoffmantelrohren in Form einer Einzelrohrverlegung vorgesehen. Diese Rohre bestehen aus einer Stahl-Medium Leitung, einer PUR-Hartschaumdämmung und werden durch einen PEHD-Mantel geschützt, der sowohl schlag- als auch bruch- und wasserfest ist.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Die Rohrleitungen (Stangenware) werden mit den Formstücken (Bögen, Abzweige, Absperrungen etc.) gemäß der Planung vor Ort verschweißt. Die Schweißverbindungen werden im Anschluss mit einer vernetzten, selbstabdichtenden Schrumpfmuffe aus einem durchgehenden PEHD-Rohr mit wärmeschrumpfenden Eigenschaften versehen, die mit einem PUR-Hartschaum ausgeschäumt wird.

Zur Vermeidung der Wärmeverluste und im Hinblick auf spätere Absenkungen der Betriebstemperaturen des Netzes werden Rohrleitungen mit 2x verstärkter Dämmdicke eingesetzt. Die Wärmeverluste können somit auf ca. 6 -16 W/m reduziert werden.

Gemäß der hydraulischen Netzberechnung werden im Wesentlichen die Rohrleitungsdimensionen gemäß Tabelle 4-3 (mit farblicher Zuordnung gemäß Abbildung 4-2) benötigt. Die Aufsummierung umfasst sowohl Haupt- als Hausanschlussleitungen. Die Rohrleitungsdimensionen sind in Abbildung 4-2 kartografiert.

Tabelle 4-3: Rohrleitungsdimensionen mit Längenangaben

DN	Gesamtlänge (nur VL, gerundet)
DN 25 bis DN 50	14.759,00 m
DN 65 bis DN 100	4.443,50 m
DN 125 bis DN 150	2.142,00 m
DN 200 (Da = 400 mm)	4.928,50 m
DN 250 (Da = 500 mm)	3.254,00 m
Summe	29.527,00 m



Abbildung 4-2: Übersichtsplan Rohrleitungsdurchmesser

Planungsbericht – BEW-Modul 1

4.1.4 Netztemperaturen

Auf Basis der Variantenbetrachtung im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden die in Tabelle 4-4 dargestellten Netztemperaturen (VL/RL) für das Wärmenetz festgelegt.

Tabelle 4-4: Netztemperaturen Fernwärmeversorgung

Grädigkeit WT 3 K	Aus-/Eingang HZ
Winter	80/53°C
Sommer	75/53°C

Um die lokalen Geothermiepoteziale zukunftsweisend und effizient in das geplante Fernwärmenetz einbinden zu können, wird das Ziel verfolgt, die Systemtemperaturen ggf. um 5 K reduzieren zu können.

Zur hydraulischen Dimensionierung des Netzes wird eine Nennspreizung von 25 K zugrunde gelegt.

4.1.5 Netzfahrweise

Das Fernwärmenetz wird mit einer gleitend-konstanten Vorlauftemperatur betrieben, d. h. bei fallender Außentemperatur wird die Netzlauftemperatur gleitend bis zum Maximalwert angehoben. Bei steigender Außentemperatur wird diese gleitend bis zum Minimalwert abgesenkt.

4.1.6 Netzverluste

Zur Deckung des Gesamtwärmeverlusts des Fernwärmenetzes mit einer Trassenlänge von rund 30,69 km (inkl. Hausanschlüsse) zuzüglich des 2. Rücklaufs zur Sonnenhof-Therme mit ca. 1,53 km wird eine Leistung von rund 541 kW benötigt. Der jährliche Wärmeverlust beträgt ca. 4.743 MWh. Die Netzverluste entsprechen somit ca. 10 % der jährlich verkauften Wärmemenge.

4.2 Weitere Netzkomponenten

4.2.1 Pumpen

Für den benötigten Wasserumlauf im geplanten Fernwärmenetz werden fünf Umwälzpumpen als Trockenläuferpumpe in der neuen Heizzentrale eingesetzt, siehe Tabelle 4-5. Diese werden von einem effizienten Elektromotor angetrieben. Durch die Parallelschaltung der fünf Pumpen können sämtliche Betriebspunkte im Netz abgefahren werden, um einen optimalen und effizienten Pumpenbetrieb zu gewährleisten.

Tabelle 4-5: Auflistung der Pumpen in der Heizzentrale Neu

	Anschluss (Saug/Druck)	Volumenstrom [m³/h]	Leistung [kW]
P 1-3	DN 80/65	100	30
P 3-6	DN 100/80	190	55
P 7-8	DN 200/150	385	11
P 9-10	DN 200/150	385	11
P 11-12	DN 200/150	385	11

4.2.2 Netzregelung

Die Netzregelung erfolgt über eine intelligente Steuerung, die sämtliche Daten wie Durchflussmengen, Leistungsabnahmen und Differenzdrücke der einzelnen Verbraucher erfasst, auswertet, optimiert und an die Pumpensteuerung weitergibt, sodass die Fernwärmepumpen im optimalen Wirkungsgradfeld betrieben

Planungsbericht – BEW-Modul 1

werden können, was gleichzeitig die Netzverluste und Betriebskosten minimiert. Weitere Informationen sind dem Kapitel 5 zu entnehmen.

4.2.3 Druckhaltung

Durch die temperaturabhängige Volumenänderung des Heizungswassers, aufgrund des unterschiedlichen Temperaturniveaus im laufenden Betrieb ist es notwendig, die in Heizungsanlagen auftretenden Volumenschwankungen zu kompensieren, um den Druck im geschlossenen System konstant zu halten. Um dies sicherzustellen, wird in der Heizzentrale eine kompressorgesteuerte Druckhaltestation mit Membran-Ausdehnungsgefäßen eingebaut. Die Anlage besteht aus:

- o 1x kompressorgesteuerte Druckhaltestation
- o 1x Membran-Ausdehnungsgefäß 5.000 Liter als Grundgefäß
- o 5x Membran-Ausdehnungsgefäß 5.000 Liter als Folgegefäß

4.2.4 Nachspeisung

Die Nachspeisung des Heizungswassers erfolgt vollautomatisch über die Kreislaufwasseraufbereitung. Zur Aufbereitung des Nachspeisewassers werden spezielle Füllpatronen verwendet.

4.2.5 Leckageüberwachung

Mithilfe einer elektrischen Netzüberwachung werden zeitliche und wirtschaftliche Beeinträchtigungen durch auftretende Schäden minimiert und die Versorgungssicherheit des Fernwärmenetzes erhöht.

Leckage Überwachungssysteme messen den elektrischen Widerstand der Wärmedämmung zwischen zwei in der Isolierung liegenden Kupferdrähten. Bei einem Feuchtigkeitseintritt in die Wärmedämmung, bspw. aufgrund von Schäden am Außenmantel/Mediumrohr (Fernwärmeleitung), sinkt der Widerstand in der Messschleife und es wird eine automatische Warnmeldung an den Fernwärmebetreiber ausgegeben.

Die Widerstandsmessung in den Messschleifen, erlaubt eine genaue Ortung der Schäden (Leckagestellen im Wärmenetz). Schäden können somit, ohne aufwendige Sucharbeiten, zielgerichtet behoben werden. Das Leckagesystem wird als Nordisches Leckwarnsystem (Kupfer) ausgeführt.

Aufgrund der begrenzten Länge der Messschleifen wird das Wärmenetz in 11 Messschleifen unterteilt. Jede Messschleife erhält ein Überwachungsgerät, das in einem städtischen Gebäude montiert wird. Diese Geräte werden über das Glasfaser-Begleitkabelsystem (siehe Kapitel 5) verbunden und auf die zentrale Leittechnik aufgeschaltet.

4.2.6 Wasserqualität

Um Schäden durch Korrosion, Erosion oder Werkstoffüberbeanspruchung in den Anlagen zu vermeiden, muss das Fernwärmewasser bestimmte Anforderungen erfüllen, die auch von der Wärmeerzeugung abhängig sind. Angestrebt wird eine salzarme Fahrweise nach dem AGFW-Arbeitsblatt für Wärme. Das ganze System wird mit vollentsalztem Wasser (VE-Wasser) gefüllt. Der Wasserinhalt des Netzes beträgt ca. 560 m³. Zur Sicherstellung der Wasserqualität wird in der neuen Heizzentrale eine Kreislaufwasseraufbereitung installiert, die gewährleistet, dass das Wasser immer den gewünschten Anforderungen entspricht. Durch die verbaute Sensorik wird eine kontinuierliche Überwachung des Ein- /Ausgangsdrucks, des Leit-/Temperaturwertes sowie des pH-Werts ermöglicht.

4.3 Armaturen

Im Bereich der Fernwärmetechnik werden verschiedene Arten von Armaturen eingesetzt, um den Betrieb des Systems zu steuern, die Effizienz zu verbessern und die Sicherheit zu gewährleisten. Im Bereich des Fernwärmenetzes werden hauptsächlich folgende Armaturen eingesetzt.

Trassenabsperrung

Trassenabsperrungen sind Absperrarmaturen, die in Bereichen der Fernwärmeleitungen eingesetzt werden, um bestimmte Abschnitte des Netzes abzutrennen, um bspw. Wartungs-/Reparaturarbeiten durchführen zu können. Typischerweise werden diese an Knotenpunkten, Verzweigungen oder Übergängen zu verschiedenen Verbrauchszonen installiert. Die Absperrungen sind über Schieberkappen in den Straßen jederzeit zugänglich und können über einen Steckschlüssel geöffnet und geschlossen werden.

Entlüftung, Entleerungen

Entlüftungen werden in Fernwärmenetzen eingesetzt, um Luft aus dem System zu entfernen und die Effizienz der Wärmeübertragung zu maximieren. Die Entlüftungsventile werden entlang des Fernwärmenetzes installiert, insbesondere an Hochpunkten. Meist können die Entlüftungsmöglichkeiten in den Gebäuden realisiert werden, in seltenen Fällen ist eine Entlüftung im Fernwärmenetz notwendig.

Absperrkugelhahn

Absperrkugelhähne werden nach Eintritt der Hausanschlussleitungen in das Gebäude in die Leitung eingeschweißt, um die Verbraucherseite vom Wärmenetz isolieren zu können. Auf diese Weise können bspw. Wartungs-/Reparaturarbeiten an der HÜS oder der Austausch der Station durchgeführt werden.

Anbohrkugelhahn

Ein Anbohrkugelhahn ist eine spezielle Art von Absperrarmatur, die in Fernwärmeleitungen verwendet wird, um einen zusätzlichen Anschlusspunkt oder eine Abzweigung zu schaffen, ohne den Betrieb der Hauptleitung zu unterbrechen. Dieser Kugelhahn ermöglicht es, eine neue Leitung oder einen Anschluss an die bestehende Fernwärmeleitung anzubringen, während der Fluss von Wärmeenergie in der Hauptleitung aufrechterhalten wird. Der Anbohrkugelhahn wird an die Hauptleitung angeschweißt und anschließend wird das Loch in die Leitung gebohrt. Der Kugelhahn verfügt über einen absperrbaren Kugelmechanismus, dieser ermöglicht es den Betreibern, neue Verbindungen oder Abzweigungen zur Fernwärmeleitung hinzuzufügen, ohne dass der gesamte Betrieb des Netzes unterbrochen werden muss.

4.4 Netzsimulation

4.4.1 Eingangsparameter

Die Eingangsparameter der Rohrnetzsimulation sind in Tabelle 4-6 (Rohrmaterial), Tabelle 4-7 (technische Parameter) und Tabelle 4-8 (Wärmesenken) zusammengefasst.

Tabelle 4-6: Rohrmaterial

	Neubaunetz		Bestandsnetz
Rohrmaterial	Stahlrohr (KMR)	Stahlrohr (KMR) bzw. PEX (Kunststoff)	
Isolierung	2x verstärkt		1x verstärkt
Rohrart	Einzelrohr		Einzelrohr

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Tabelle 4-7: Technische Parameter

Vorlauftemperatur Heizzentralen (Ausgang)	80°C (Winterfall)
Max. Druckverlust Rohrleitungen	200 Pa/m
Max. Fließgeschwindigkeit	2,0 m/s

Tabelle 4-8: Wärmesenken

Leistung / Wärmemenge	je nach Bedarf, siehe Auflistung Wärmesenken
Vorlauftemperatur Primär min.	78°C
Rücklauftemperatur Primär max.	53°C
Vorlauftemperatur Sekundär min.	75°C
Rücklauftemperatur Sekundär max.	50°C
Druckverlust Übergabestationen	1 bar
Grädigkeit Wärmetauscher	3 K

4.4.2 Ergebnisse der Netzsimulation

Tabellarische Zusammenfassung der Netzsimulation

In Tabelle 4-9 sind die simulierten Temperaturen, Drücke und Fließgeschwindigkeiten zusammengefasst. Die Simulation der Wärmeverluste ist in Tabelle 4-10 zusammengestellt.

Tabelle 4-9: Ergebnisse Netzsimulation (Neubaunetz und Bestandsnetze)

	Neubaunetz	Bestandsnetz
Temperatur Vorlauf max.	80,0°C	75,0°C
Temperatur Vorlauf min.	75,6°C	74,4°C
Temperatur Rücklauf max.	59,3°C	47,3°C
Temperatur Rücklauf min.	53,5°C	47,9°C
Druck Vorlauf max.	10,57 bar	4,59 bar
Druck Vorlauf min.	2,54 bar	2,98 bar
Druck Rücklauf max.	5,70 bar	2,33 bar
Druck Rücklauf min.	0,49 bar	1,00 bar
Differenzdruck max.	8,03 bar	3,59 bar
Differenzdruck min.	0,87 bar	1,00 bar
Fließgeschwindigkeit max.	1,95 m/s	1,56 m/s
Fließgeschwindigkeit min.	0,04 m/s	0,2 m/s

Tabelle 4-10: Wärmeverluste im Fernwärmenetz (Neu und Bestand)

Benötigte Leistung für Kompensation Netzverluste	653,1 kW
Wärmemenge Abnahme Wärmesenken	45.941 MWh/a
Wärmemenge Erzeugung gesamt	49.927 MWh/a
Gesamtwärmeverlust Neubau- und Bestandsnetz	3.961 MWh/a

Grafische Aufbereitung

Nachfolgend sind der Temperatur- (Abbildung 4-3) und Druckverlauf (Abbildung 4-4), in Abbildung 4-5 die Fließgeschwindigkeiten und der Massenstrom sowie in Abbildung 4-6 die Wärmeleistung und der Wärmeverlust (VL + RL pro Trassenmeter) visualisiert.

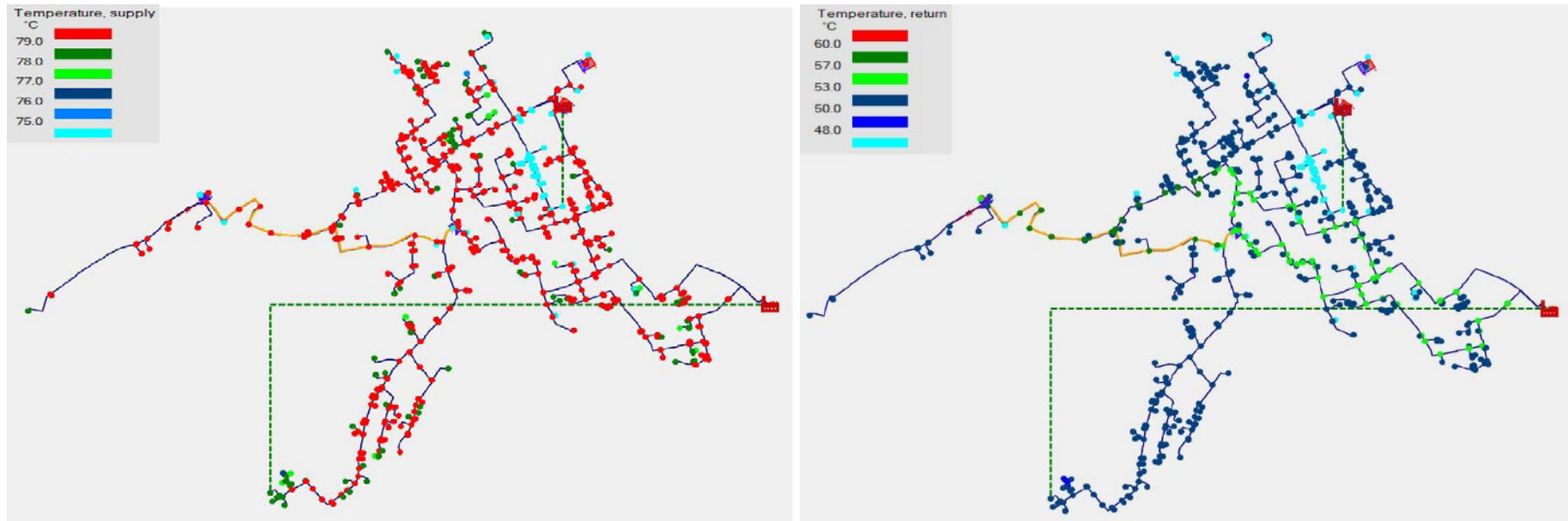


Abbildung 4-3: Temperaturverlauf im Wärmenetz (Vor- und Rücklauf)

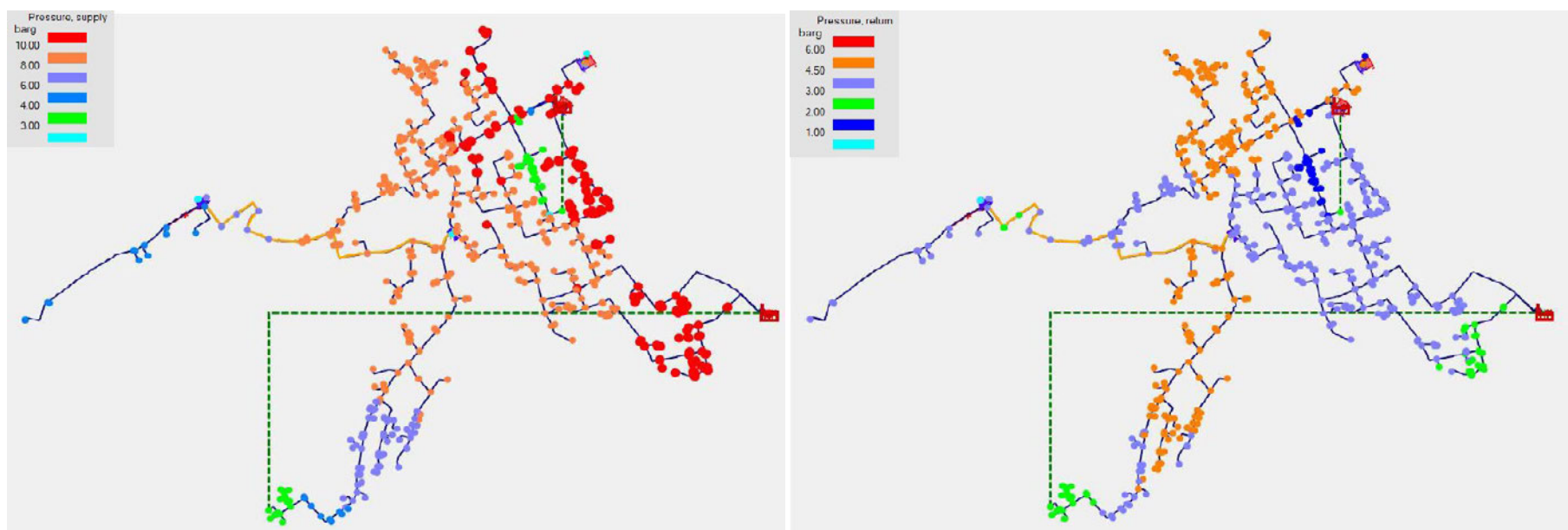


Abbildung 4-4: Druckverlauf im Wärmenetz (Vor- und Rücklauf)

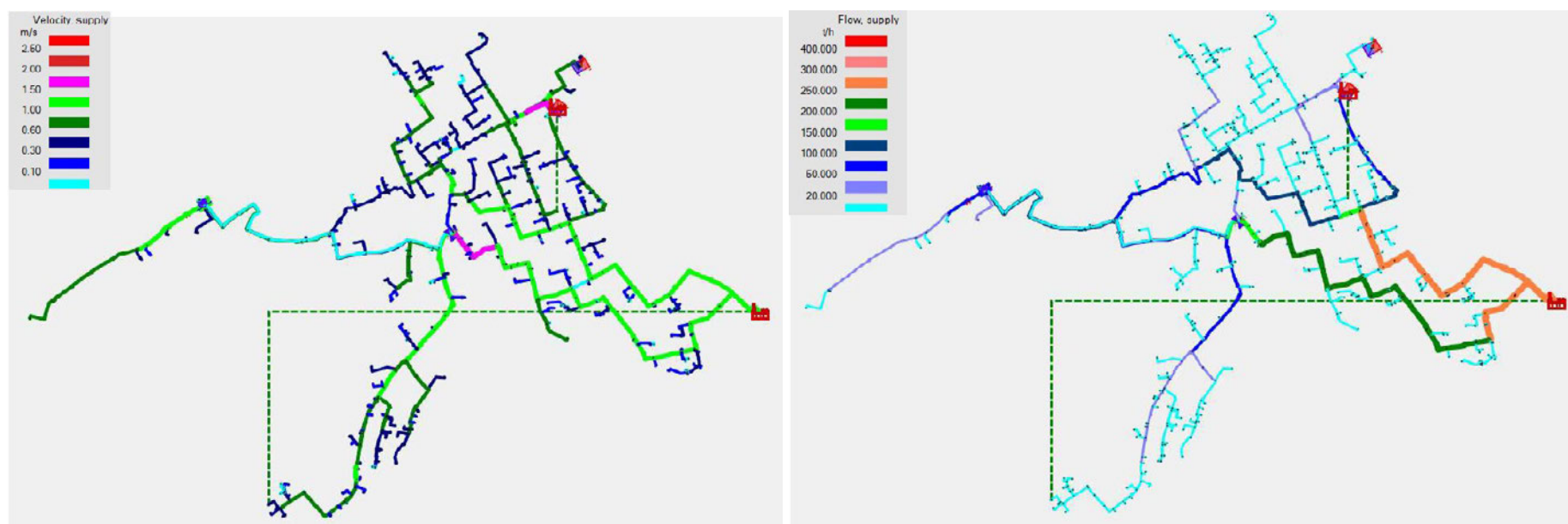


Abbildung 4-5: Fließgeschwindigkeiten (links) und Massenstrom (rechts) im Wärmenetz

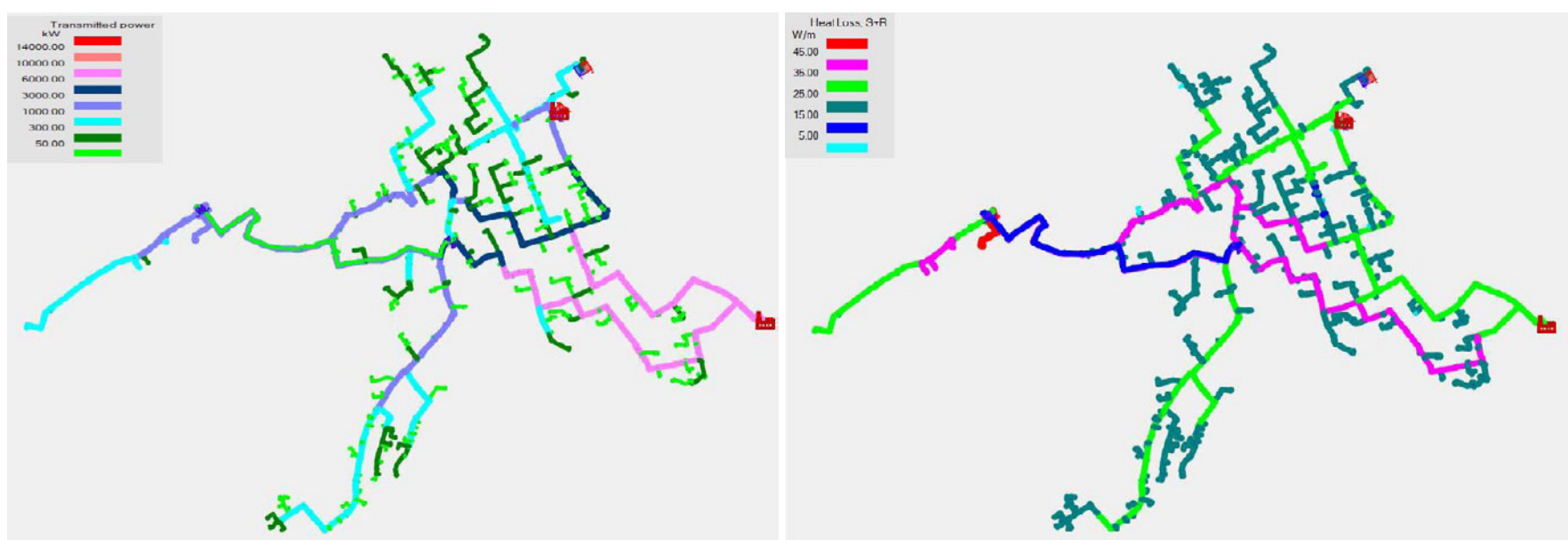


Abbildung 4-6: Übertragene Leistung (links) und Wärmeverlust pro Meter (rechts) im Wärmenetz

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Berechnung der Schlechtpunkte

Bezugsstandort bei der Schlechtpunktberechnung ist die Heizzentrale Neu (Standort Herdgrube). Es wurden drei Schlechtpunkte ermittelt: Kinzelmannstr. 32, Moosheimer Str. 28 und Am schönen Moos 1.

Die Ergebnisse der Simulation sind in Tabelle 4-11 zusammengefasst und in Abbildung 4-7 kartografiert.

Tabelle 4-11: Übersicht der drei Schlechtpunkte im Netz

	HZ Neu – Kinzelmannstr. 32	HZ Neu – Moosheimer Str. 28	HZ Neu – Am schönen Moos 1
Temperatur Vorlauf min.	78,6°C	79,0°C	79,5°C
Temperatur Rücklauf max.	55,6°C	57,3°C	59,3°C
Druck Vorlauf min.	9,51 bar	6,26 bar	6,26 bar
Druck Rücklauf min.	2,44 bar	2,54 bar	2,54 bar
Differenzdruck max.	7,83 bar	8,03 bar	8,03 bar
Fließgeschwindigkeit max.	1,83 m/s	1,61 m/s	1,97 m/s
Fließgeschwindigkeit min.	0,03 m/s	0,40 m/s	0,26 m/s
Geodätischer Höhenunterschied	ca. 40 Meter	ca. 6 Meter	ca. 35 Meter

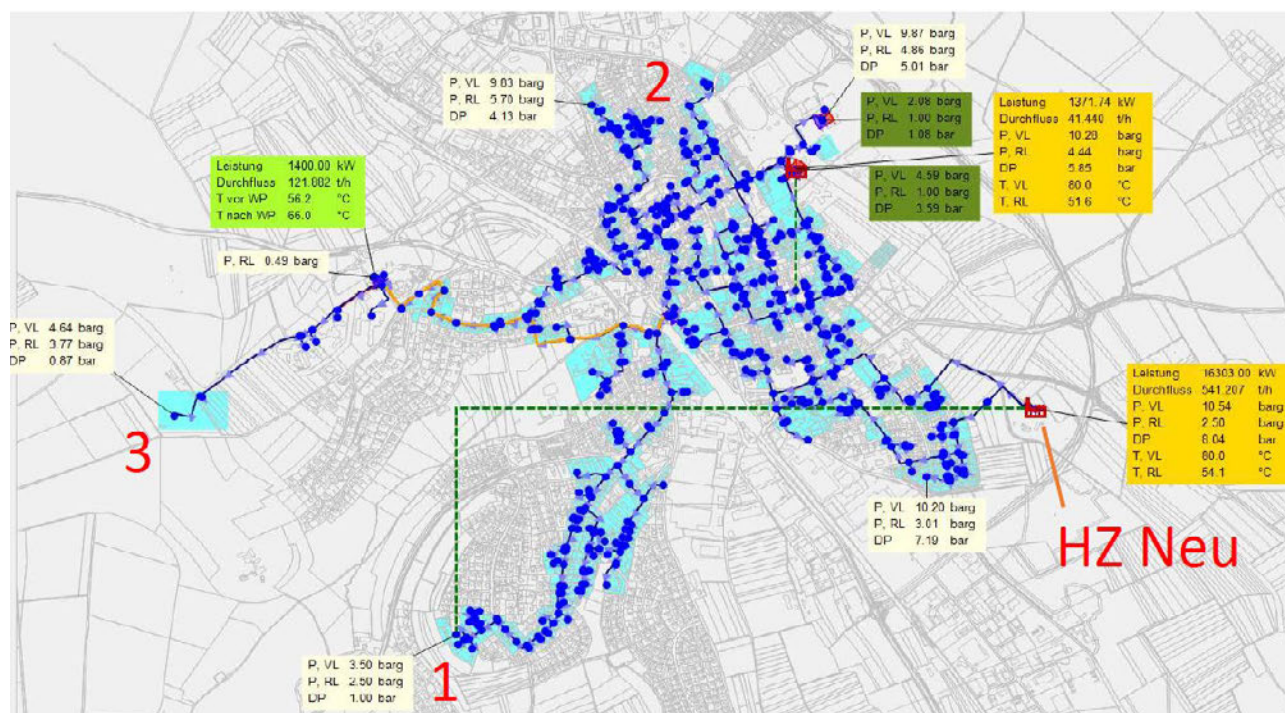


Abbildung 4-7: Verortung der drei Schlechtpunkte im Netz

Temperaturverlauf, Druckverhältnisse, Netzverluste an den Heizzentralen

Für die Heizzentralen sind in Tabelle 4-12 die Leistungen, Massenströme, Temperaturen und Drücke aufgestellt. In Abbildung 4-8 sind die Simulationsergebnisse kartografisch dargestellt.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Tabelle 4-12: Übersicht der drei Heizzentralen

	HZ Neu Standort Herdgrube	HZ Sonnenhof-Therme (RL-Anhebung – Winterfall)	HZ Brechenmacher- Schule
Leistung in kW	16.303 kW	1.400 kW	1.387 kW
Massenstrom	541,2 m³/h	121,9 m³/h	41,4 m³/h
Temperatur Vorlauf	80,0°C	59,2°C	80,0°C
Temperatur Rücklauf	54,1°C	66,0°C	51,6°C
Spreizung	25,9 K	9,8 K	28,4 K
Druck Vorlauf	10,54 bar	0,49 bar	10,28 bar
Druck Rücklauf	2,50 bar	3,49 bar	4,44 bar
Differenzdruck	8,04 bar	3,00 bar	5,85 bar

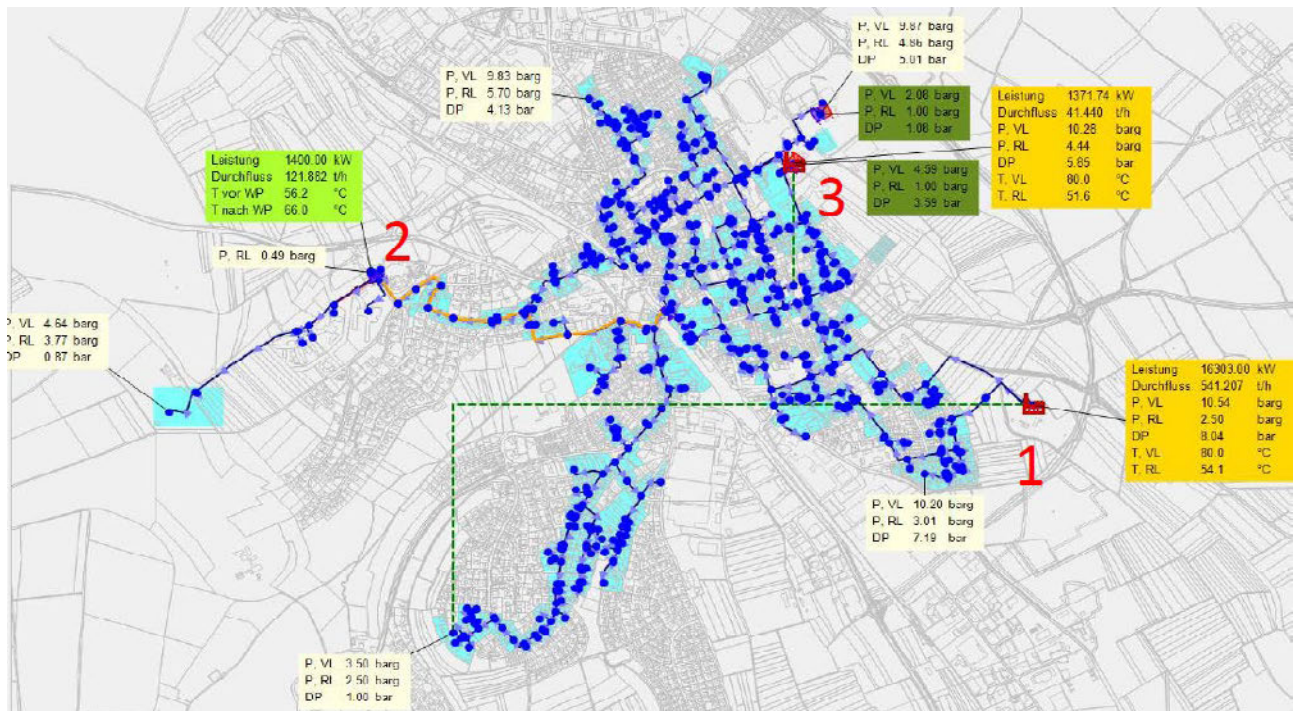


Abbildung 4-8: Verortung der drei Heizzentralen

4.5 Tiefbauarbeiten und Rohrleitungsbauarbeiten

4.5.1 Spartenabstimmung

Für die Abstimmung und Koordination der geplanten Fernwärmetrasse mit den bereits vorhandenen und verlegten Sparten (Wasser, Gas, Fernwärme, Strom, Breitband, LWL, Abwasser, Regenwasser) wurden die aktuellen Spartenpläne zur Verfügung gestellt und bei der Planung der Fernwärmetrassen berücksichtigt.

4.5.2 Verlegemethoden

Für die Verlegung von Fernwärmeleitungen stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Die Auswahl erfolgt nach den spezifischen Gegebenheiten vor Ort.

Die im Ausbau des Wärmenetzes gängigste und größtenteils geplante Verlegung ist die im offenen Graben, bei der die Rohrleitungsgräben ausgehoben, die Fernwärmeleitungen verlegt, verschweißt und isoliert werden. Anschließend wird der Rohrgraben verfüllt und die Oberfläche wiederhergestellt.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Zur Querung der Bahnstrecke werden die Fernwärmeleitungen mittels Pressverfahren verlegt. Hierbei wird ein Mantelrohr durch den Bahndamm gepresst, durch das später die Fernwärmeleitungen verlegt werden. Die Oberfläche, die Statik des Bahndamms wird hierbei nicht beeinträchtigt.

4.5.3 Tiefbauarbeiten

Zur Ermittlung des Platzbedarfes der Leitungstrassen wurden gemäß den Verlege-Richtlinien und der aktuell geltenden Normen und Vorschriften Standard-Rohrgrabendetails erstellt, siehe Anhang „SWBS-PB Details Rohrgraben“. Diese dienen auch als Basis der Mengenermittlung für die Tiefbauarbeiten.

5 Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik inkl. Digitalisierung

Die Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik umfasst die Konzeptionierung und Planung eines zentralen Prozessleitsystems als übergeordnete Leittechnik für das Fernwärmenetz, bestehend aus: bspw. Erzeugungsanlagen, Wärmeverteilnetz sowie Verbrauchsanlagen. Dabei ist die MSR-Technik der neu zu errichtenden und der bestehenden Erzeugungs- und Verbrauchsanlagen in die neue IT-Architektur zu integrieren. Ferner soll ein Glasfasernetz zur Betriebsüberwachung und -steuerung aufgebaut werden.

5.1 Ausstattung Prozessleitsystem

Leitwarte in der Heizzentrale Neu (Standort Herdgrube)

Die Server und Bedienstation der zentralen Prozessleittechnik wird in einer Leitwarte in der neu zu errichtenden Heizzentrale (Standort Herdgrube) untergebracht. Die Bedien- und Bearbeitungsstation soll mit mehreren Monitoren und mit einem Großbildschirm ausgestattet werden.

Bedienstation in Räumlichkeiten der Stadtwerke Bad Saulgau

In den Räumlichkeiten der Stadtwerke Bad Saulgau oder in einem von den Stadtwerken zu definierenden Ort soll analog zur Leitwarte in der neuen Heizzentrale eine Bedien- und Bearbeitungsstation zur Überwachung und Steuerung des Wärmenetzes und der einzelnen Wärmeerzeuger bzw. Heizzentralen aufgebaut werden. Zusätzlich wird ein identischer Server als Redundanz installiert.

Durch die räumliche Trennung des identischen Servers inkl. Leitsystem mit gegenseitiger Ausfallsicherheit ist eine ordnungsgemäße Überwachung und ein dauerhafter Betrieb der Wärmeversorgung sichergestellt.

Ebenso wird ein Fernzugriff eingerichtet, sodass autorisierte Personen vom Betreiber und relevanter Firmen Zugriff auf die Prozessleittechnik erhalten.

5.2 Aufschaltungen / Anforderungen Prozessleitsystem

Heizzentrale Neu (Standort Herdgrube)

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">o Biomassekessel (2 Stück), inkl. Aggregate, Pumpen etc.o Gas-Redundanzkesselo Wärmepumpe zur Abwärmenutzungo Krananlageo Torsteuerung, inkl. Kameraanlageno LKW-Waageo Heizwasserhygiene | <ul style="list-style-type: none">o Netzpumpeno Leckage Überwachungo Puffer-Managemento Erfassung Soll- / Istwerte (Temperatur, Druck etc.)o Betriebs- / Störmeldungeno Freigabe Wärmeerzeugung (intell. Wärmeerzeugungsmanagement)o Brennstoffdokumentation (Anlieferung, Dokumentation, Qualität) |
|---|---|

Planungsbericht – BEW-Modul 1

- o Ascheverwaltung
- o Visualisierung
- o PV-Anlage (Erzeugung, Einspeisung, Verbrauch)
- o Überwachungskamerasystem (Heizzentrale /Betriebsgelände)
- o Erfassung / Protokollieren von Erzeugungswärmemengen
- o Elektronische Anlage mit Störmeldungen AV/SV/USV
- o Betriebstagebuch (Instandhaltungsmaßnahmen)

Heizzentrale Sonnenhof-Therme

- o Bestehende Gas-Kessel (3 Stück)
- o Bestehendes BHKW
- o Wärmepumpe Neu
- o Heizwasserhygiene
- o Netzpumpen
- o Leckage Überwachung
- o Puffer-Management
- o Erfassung Soll-/Istwerte (Temperatur, Druck etc.)
- o Betriebs-/Störmeldungen
- o Freigabe Wärmeerzeugung (Wärmeerzeugungsmanagement)
- o Visualisierung
- o Elektronische Anlage mit Störmeldungen AV/SV/USV
- o Betriebstagebuch (Instandhaltungsmaßnahmen)
- o Stromverbrauch Heizzentrale
- o Erfassung/Protokollieren von Erzeugungswärmemengen

Heizzentrale Brechenmacher-Schule/Hallenbad

- o BHKW (Hallenbad)
- o Gaskessel (2 Stück)
- o Wärmetauscher Neu
- o Heizwasserhygiene
- o Netzpumpen
- o Leckage Überwachung

- o Erfassung Soll-/Istwerte (Temperatur, Druck etc.)
- o Betriebs-/Störmeldungen
- o Freigabe Wärmeerzeugung
- o (Intelligentes Wärmeerzeugungsmanagement)
- o Visualisierung
- o Elektronische Anlage mit Störmeldungen AV/SV/USV
- o Betriebstagebuch (Instandhaltungsmaßnahmen)
- o Stromverbrauch Heizzentrale
- o Erfassung/Protokollieren von Erzeugungswärmemengen
- o Überwachung Bestandsnetz
- o Aufschaltung bestehende Verbraucher

Wärmenetz

- o Pumpenregelung (Dynamische Schlechtpunktregelung)
- o Netztemperaturregelung (Heizkurve)
- o Erfassung/Protokollieren von Einspeisewärmemengen
- o Erfassung/Protokollieren von Abnahmewärmemengen
- o Erfassung Soll-/Istwerte (Temperatur, Druck etc.)
- o Darstellung Temperatur/Druckverhältnisse im grafischen Ortsplan
- o Speicherung/Darstellung historischer Daten
- o Lastmanagement (Optimieren & Steuerung des Netzes)
- o Einbindung Online-Trends (z. B. Wetterprognose)
- o Erfassung Soll-/Istwerte (Temperatur, Druck etc.)
- o Betriebs-/Störmeldungen
- o Visualisierung/Darstellung Störmeldungen im Ortsplan

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Wärmeabnehmer

- o Fernlese-/Zugriffsmöglichkeit auf die Übergabestationen
- o Visualisierung
- o Betriebs- und Störmeldungen
- o Auslesen, Protokollieren
- o Wärmemengenzähler
- o Automatische Abrechnung
- o Bereitstellung monatliche Verbrauchsinfos für Wärmeabnehmer
- o Aufschaltung bestehender Wärmeabnehmer

Die Elektrotechnik und die Einrichtungen der Gebäudeautomation für diese Anlagen sind in das Prozessleitsystem über Schnittstellen zu integrieren.

5.3 Aufbau und Struktur Prozessleittechnik

5.3.1 Grundfunktionen und Anforderungen Prozessleitsystem

Ein Prozessleitsystem (PLS) hat mehrere wichtige Funktionen, die zur effizienten Steuerung und Überwachung verfahrenstechnischer Anlagen beitragen. Insgesamt trägt ein PLS dazu bei, die Produktionsqualität, Sicherheit und Effizienz zu verbessern und den reibungslosen Betrieb der Anlage sicherzustellen. Die Hauptfunktionen des PLS sind nachfolgend erläutert.

Steuerung und Regelung

Das PLS überwacht und steuert die Prozessvariablen wie Temperatur, Druck, Durchfluss und Füllstand. Das Prozessleitsystem reguliert die Anlagenparameter, um den Prozess innerhalb der gewünschten (vorab definierten) Grenzen zu halten.

Alarmmanagement

Das PLS erkennt Abweichungen von den Sollwerten und generiert Alarme. Die Bediener werden über kritische Zustände oder potenzielle Gefahren informiert, damit sie rechtzeitig reagieren können.

Visualisierung und Bedienung

Die Bedien- und Beobachtungsstationen (BUB) bieten eine grafische Benutzeroberfläche, auf der Bediener den Prozess überwachen/steuern können. Sie zeigen Echtzeitinformationen, Trends, Diagramme und Alarme an.

Datenarchivierung und Berichterstellung

Das PLS speichert historische Daten, um Trends zu analysieren und Berichte zu erstellen. Die Erfassung und Auswertung der historischen Daten ist wichtig für die Prozessoptimierung, Wartung und Qualitätskontrolle.

Sicherheit und Zugriffskontrolle

Das PLS verhindert unbefugten Zugriff auf kritische Funktionen und gewährleistet die Sicherheit der Anlage. Das Prozessleitsystem ermöglicht die Authentifizierung von Benutzern und die Vergabe von Zugriffsrechten.

Engineering und Konfiguration

Ingenieure verwenden die Engineering-Komponenten (EK), um das PLS zu konfigurieren. Sie legen Steuerungslogik, Regelparameter und Alarmgrenzen fest.

Zeitdeterministisches Verhalten

Ein PLS arbeitet in festen Taskzyklen, wodurch es zeitdeterministisch ist. Dies ermöglicht die effiziente Abarbeitung von Anwenderprogrammen und die Entkopplung von Teilanlagen.

5.3.2 Anforderungen bzw. Software-Funktionen

Online-Monitoring

Durch das Online-Monitoring kann der Betreiber sämtliche relevante Daten, die zum Betrieb des Netzes erforderlich sind, erheben, speichern und zur weiteren Verarbeitung manuell oder automatisiert zur Verfügung stellen. Relevante Daten sind solche, die zur Bewertung der Performance des Wärmenetzes benötigt werden, insbesondere: Primärenergieverbrauch, Vor- und Rücklauftemperaturen, Erzeugung von Wärme, Puffer-Management (Be- und Entladung der Pufferspeicher), Witterungsverhältnisse, Wärmeverluste sowie Wärmelieferung bzw. Wärmeabnahme Kunden.

Wärmemengenerfassung/Verbrauchsinformation

Sämtliche Wärmemengenzähler sind in regelmäßigen Abständen abzurufen und zu protokollieren. Zudem ist jedem Wärmekunden eine individuelle Verbrauchsauswertung zu ermöglichen. Diese Funktionalität soll im Online-Kundenportal der Stadtwerke Bad Saulgau hinterlegt werden.

Optimierungs-, Steuerungs- und Überwachungsfunktion

Die eingeplante Leittechnik beinhaltet eine selbstlernende, adaptierende Regelungsfunktion sowie ein Energiemanagementsystem. Dabei werden Verbrauchsdaten sowie optimale Fahrkurven ausgewertet und verarbeitet.

Entscheidungs- und Optimierungsfunktionen (HEO)

Um einen optimalen Netzbetrieb durch Berücksichtigung aller anlagenrelevanten Daten zu ermöglichen, sind Laststeuerung, Aufzeichnung/Auswertung von Netzverlusten/Energieeinsatz, Energie-Daten-Management sowie Prognosen und Analysen in das Prozessleitsystem integriert.

Netzüberwachung

Sämtliche zur Netzüberwachung erforderliche Daten (bspw. Leckage-Überwachung, Temperaturen, Druckverhältnisse, Einspeiseleistung, Wärmeabnahme, Druckhaltung, Durchflüsse, Nachspeisung) sind zu erfassen, auszuwerten und zu dokumentieren.

Betriebstagebuch

Im System wird ein Betriebstagebuch integriert, in dem sämtliche Instandhaltungsmaßnahmen sowie besondere Vorkommnisse dokumentiert und eingesehen werden können. Ebenso wird ein Wartungsplan sämtlicher Anlagenkomponenten hinterlegt.

Tor-Steuerung

Der Zutritt des neuen Heizzentralengeländes wird über eine automatische Torsteuerung gewährt. Dies erfolgt durch eine Kamera mit Kennzeichenerkennung.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Brennstoffdokumentation und Anlieferung

Die Erfassung des Lieferanten erfolgt durch die Kamera mit Kennzeichenüberwachung am Zugangstor. Die Gewichtserfassung erfolgt vollautomatisch durch die Befahrung der LKW-Waage. In einem Bedientableau ist die Beschaffenheit des Brennstoffes zu dokumentieren (Wassergehalt, Volumen, Brennstoffklasse). Der Wassergehalt des Hackgutes wird ggf. über ein zusätzliches Messsystem analysiert und dokumentiert. Diese Daten dienen der automatischen Abrechnung mit den Lieferanten.

Hackgutverwaltung

Das Prozessleitsystem ermöglicht eine vollautomatische Hackgutverwaltung. Der im Hackgutlager verbaute Kran überwacht ständig die Füllstände und gibt an die übergeordnete Visualisierung den Rohstofflagerstand aus. Bei einer Grenzwertunterschreitung wird eine entsprechende Warnmeldung ausgegeben.

Ascheverwaltung

Durch das Prozessleitsystem wird die Menge und Art, sowie die Verwertung der anfallenden Asche dokumentiert und grafisch ausgewertet.

Erweiterungen

Die Baumaßnahme erstreckt sich über einen Zeitraum von 4 Jahren. Das Prozessleitsystem wird so aufgebaut, dass ständige Erweiterungen wie Wärmeerzeuger, Netzerweiterungen und Hausanschlüsse ohne Weiteres integriert werden können.

Aufbau und Struktur Prozessleitsystem

Zur Betriebsüberwachung des Fernwärmenetzes sowie der Heizzentralen wird ein auf den Betreiber abgestimmtes Prozessleitsystem aufgebaut. Der Aufbau ist im Anhang „SWBS-PB IT-Organigramm Leittechnik“ dargestellt.

In der neuen Heizzentrale sowie in den Räumlichkeiten der Stadtwerke werden Server aufgebaut, die gleichzeitig als Back-up dienen. Ggf. erfolgt ein weiteres Back-up über die Server des Mitbetreibers.

Die übergeordnete Visualisierung ermöglicht einen Fernzugriff von autorisiertem Personal, Firmen und Betreibern. Ebenso werden sämtliche Betriebs- und Störmeldungen des gesamten Prozessleitsystems erfasst und an die Störmeldekette der Stadtwerke weitergeleitet.

Auf die übergeordneten Visualisierungen werden sämtliche Regelungen, Steuerungen, Visualisierungen, Leittechniken der neuen und bestehenden Anlagen übertragen. Die komplette Zugriffsmöglichkeit auf die „untere Ebene“ erfolgt durch die übergeordnete Visualisierung. Die übergeordnete Visualisierung ermöglicht zudem die Schnittstelle zum bestehenden Abrechnungssystem der Stadtwerke. Dieses wird ggf. im späteren Projektverlauf durch das Abrechnungssystem der neuen übergeordneten Visualisierung ersetzt.

Die detaillierte Aufstellung der Aufschaltungen ist dem Anhang „SWBS-PB IT-Organigramm Leittechnik“ zu entnehmen. Im Wesentlichen werden folgende Steuerungen, Regelungen, Stör- und Betriebsmeldungen aufgeschaltet:

- o Bestehende Heizzentralen mit deren Wärmeerzeugungsanlagen
- o Bestehende Wärmeabnehmer (Übergabestationen)
- o Heizzentrale Neu inkl. Wärmeerzeugungsanlagen

Planungsbericht – BEW-Modul 1

- o Neue Wärmeabnehmer (Übergabestationen)
- o Leckage Überwachung Netz
- o Netzregelung
- o Krananlage, Torsteuerung, LKW-Waage, Heizwasserhygiene „Heizzentrale Neu“
- o Brennstoffdokumentation
- o Ascheverwaltung

5.3.3 Visualisierung

Übergeordnete Visualisierung

In der übergeordneten Visualisierung werden die einzelnen Visualisierungen der Heizzentralen und des Wärmenetzes sowie sonstige betriebsrelevante Anlagen und Komponenten übersichtlich dargestellt. Dabei werden die wichtigsten Parameter sowie die Betriebs- und Störmeldungen angezeigt. Durch Buttons in der übergeordneten Visualisierung wird man zu den einzelnen Steuerungen, Leittechniken etc. weitergeleitet, von wo man in die tieferen Ebenen für weitere Einstellungen, Parameterabfragen usw. gelangen kann. Der Aufbau der Visualisierung erfolgt in Absprache mit den Stadtwerken. Ein Beispiel ist in Abbildung 5-1 dargestellt



Abbildung 5-1: Beispiel Visualisierung, Quelle: Fa. Copa Data

Leckage-Überwachung

Zur Leckage-Überwachung ist eine Darstellung des Fernwärmerohrnetzes im Kataster dienlich, siehe Abbildung 5-2. Beim Auslösen des Leck-Warnsystems wird eine Störmeldung an die übergeordnete Visualisierung weitergegeben. In der Visualisierung des Leckagesystems wird der betroffene Teilstrang „Rot“ markiert. Die Fehlerposition wird im Katasterplan angezeigt und die GIS-Koordinaten lassen sich herausziehen.



Abbildung 5-2: Beispiel Leckage-Überwachung, Quelle: Fa. Copa Data

Netzregelung (Leittechnik Netz)

Ein weiterer Bestandteil der Visualisierung ist die Darstellung des Fernwärmenetzes und dessen Anschlussnehmer in einem Katasterplan mit Anzeige von wichtigen Daten wie z. B. VL-/RL-Temperatur,

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Druckverhältnissen, Wärmeabnahme, Auslastung Netz etc. Eine beispielhafte Visualisierung der Anschlussnehmer ist in Abbildung 5-3 dargestellt.



Abbildung 5-3: Beispiel Visualisierung Anschlussnehmer in einem Katasterplan, Quelle: Fa. Aqotec

Übergabestationen

Durch die zuvor genannte Visualisierung gelangt man über die Karte oder über eine tabellarische Auflistung der einzelnen Anschlussnehmer auf die jeweiligen Übergabestationen bzw. Kundenanlagen. Hier werden sämtliche Parameter wie Primärventilstellung, Wärmemengenzählerdaten, VL-/RL-Temperaturen und Druckverhältnisse dargestellt. Ebenso kann durch den Betreiber die Konfiguration der Regelung angepasst werden. Die Visualisierung erfolgt gemäß den Regelschemata, siehe Anhänge „SWBS-PB FW-Übergabestation Kleinabnehmer“ und „SWBS-PB FW-Übergabestation Großabnehmer“. Die Aufschaltungen der Übergabestationen auf das Betriebs-/Wirknetz erfolgen mit einem LWL-Converter.

Heizzentrale Bestand

Die bestehenden Heizzentralen, die teilweise erweitert werden, sollen in das Fernwärmenetz mit eingebunden und daher ebenso visualisiert werden. Hierzu ein Anschauungsbeispiel der Firma Aqotec in Abbildung 5-4.

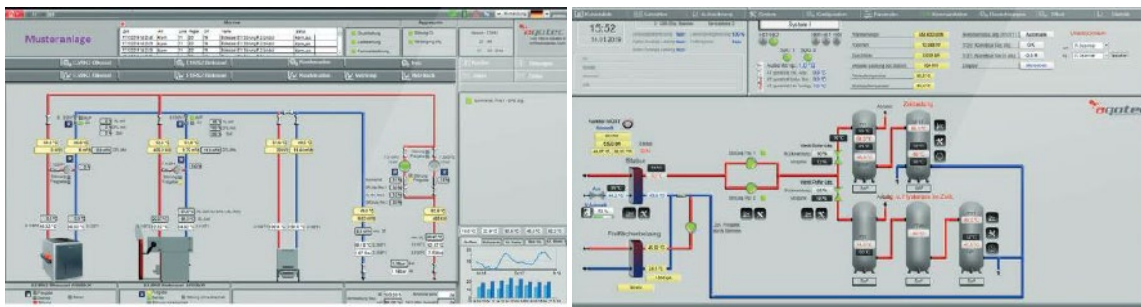


Abbildung 5-4: Visualisierung/Überwachung Komponenten einer Heizzentrale, Quelle: Fa. Aqotec

Dabei werden folgende Komponenten dargestellt:

Heizzentrale Sonnenhof-Therme

- o Bestehende Wärmeerzeugung Gaskessel (3 Stück)
- o Bestehendes BHKW
- o Wärmepumpe NEU zur Thermalwasserabkühlung
- o Aufschaltung des bestehenden Netzes Kliniken
- o Sonstige Anlagen, Aggregate etc. der Heizzentrale

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Heizzentrale Brechenmacher-Schule/Hallenbad

- o Bestehende Wärmeerzeugung Gaskessel (2 Stück)
- o Bestehendes BHKW (Hallenbad)
- o Wärmetauscher Neu zur Einbindung in das Wärmenetz
- o Aufschaltung Bestandsnetz „Schul-/Schützenstraße“
- o Sonstige Anlagen, Aggregate etc. der Heizzentrale

Heizzentrale Neu

- o Krananlage
- o Torsteuerung inkl. Kamerasystem
- o LKW-Waage
- o Brennstoffdokumentation
- o Ascheverwaltung
- o Heizwasserhygiene
- o Wärmepumpe - Biomassekessel (2 Stück)
- o Gas-Redundanzkessel
- o Sonstige Anlagen, Aggregate etc. der Heizzentrale

Die Schaltschemata sind dem Planungsbericht beigelegt:

- o Heizzentrale Neu (SWBS-PB Schaltschema Heizzentrale Neu)
- o Sonnenhof-Therme (SWBS-PB Schaltschema Sonnenhof-Therme)
- o Brechenmacher-Schule/Hallenbad (SWBS-PB Schaltschema Brechenmacher-Schule/Hallenbad)

5.4 Schnittstellen, Schnittstellen-Protokolle

Zur Aufschaltung der verschiedenen Regelungen und Steuerungen, Daten, Betriebs und Störmeldungen sind Schnittstellen-Protokolle zu definieren. In Hauptsache umfassen diese: BACnet, Modbus RTU/TCP, OPC/UA sowie potenzialfreie Kontakte.

Die Kommunikation zwischen der Leittechnik Netz und den einzelnen Übergabestationen der Wärmeabnehmer erfolgt über ein herstellerinternes Ethernet-Netz (Modbus TCP).

Für die einzelnen Datenpunkte wurden Datenpunktlisten zu den Heizzentralen (Neu/Herdgrube, Brechenmacher-Schule, Hallenbad, Sonnenhof-Therme), Übergabestationen Fernwärme und Fernwärmenetz angefertigt. Eine Übersicht ist im Anhang „SWBS-PB Datenpunktliste Übersicht“ einsehbar.

Die Aufschaltung der bestehenden Regelungen der Heizzentrale Brechenmacher-Schule/Hallenbad bzw. der Sonnenhof-Therme erfolgt über eine OPC/UA Schnittstelle. Die Anlagenbilder der bestehenden Visualisierung sollen weitgehend in die neue übergeordnete Visualisierung übernommen werden.

5.5 Begleitkabelsystem Glasfaser

Im Zuge des Fernwärmeausbaus wird auch eine Glasfaserinfrastruktur, als Betriebsnetz für Betriebsdaten, aufgebaut. Dabei werden parallel zur Wärmeleitung Leerrohrverbünde hergestellt, um den Aufbau des Betriebsnetzes zu ermöglichen.

5.5.1 Allgemeiner Aufbau

Hauptverteiler

Der erste Schritt ist der Aufbau eines Hauptverteilers auch als Point of Presence (PoP) bezeichnet. Dieser dient als zentraler Knotenpunkt im Netzwerk. Der PoP wird in die neue Heizzentrale integriert.

Unterverteiler

Anschließend werden Unterverteiler (DP, Distribution Points) errichtet, um von dort aus die Heizzentralen und Wärmekunden zu erschließen.

Hausübergabepunkt

Der Hausübergabepunkt (HP) ist der Punkt, an dem die Glasfaserleitung vom öffentlichen Netzwerk in das private/städtische Grundstück bzw. Gebäude übergeht.

Glasfaser-Gebäudeverteiler

Ein Glasfaser-Gebäudeverteiler (Gf-GV) dient als Abschlusspunkt im Gebäude. Die einzelnen ankommenden Fasern werden in der Anschlussbox gespleißt. Von dort aus können diese bei Bedarf weitergeführt werden.

5.5.2 Verlegung und Komponenten Glasfasernetz

Das Mikroerrohr für die Glasfaser wird zusammen mit der Fernwärme ins Gebäude verlegt. Der zuvor genannte Glasfaser-Gebäudeverteiler wird als Abschlusspunkt in Nähe der Hauseinführung installiert. Nach erfolgter Fertigstellung der Leerrohr-Verrohrung werden die benötigten Fasern mittels Druckluft eingeblasen.

5.5.3 Komponenten Glasfaser

Schächte für die Verteilung der Leerrohre in den Straßen.

Leerrohre: Mikrorohrverbund 7 x 16 mm bzw. 12 x 10 mm zwischen PoP, Unterverteilern, sämtliche Liegenschaften zum späteren Einblasen der Glasfasern.

LWL-Verteilerkästen: Verteilerkästen für passives Netz mit Spannungsversorgung. Kühlung falls erforderlich.

LWL-Racks für die passiven Kabelverbindungen.

LWL-Switch für die aktiven Verbindungen.

Singlemode-Kabel als mehradriges Kabel (4, 8, 12, 24 und 48 Adern) zum Einblasen in die Mikropipes.

LWL-Stecker für die Verbindungen von Glasfaserleitungen. An das Ende der Glasfaser wird je ein Glasfasterstecker Typ LC-APC abgespleißt.

Spleißen: Verbindungsherstellung mittels 3-Achsen-Funktionsspleißgeräten zu minimieren der Einfüge Dämpfung (Spleiß Dämpfung < 0,1 dB).

Messungen: Die Einfüge Dämpfung (IL, Insertion Loss) soll einen Wert von 1,5 dB bei einer Wellenlänge zwischen 1.260 nm und 1.625 nm nicht übersteigen. Die Gesamt-Rückflusdämpfung (ORL, Optical Return Loss) soll einen Wert von 30 dB nicht unterschreiten.

LWL-Converter zur Umsetzung des LWL-Signals auf eine Ethernetschnittstelle als RJ45 Steckverbindungen.

Patchkabel als Netzwerkkabel zur Anbindung der FW-Übergabestationen.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Dokumentation Die Glasfaserführung (Verlegung), die Verspleißungen, Messungen etc. müssen dokumentiert werden.

5.5.4 Topologie Glasfasernetz

Der Ausbau des Glasfasernetzes erfolgt sukzessive mit dem Ausbau der Fernwärmeversorgung. In Abbildung 5-5 ist die Topologie der Glasfaserinfrastruktur dargestellt.

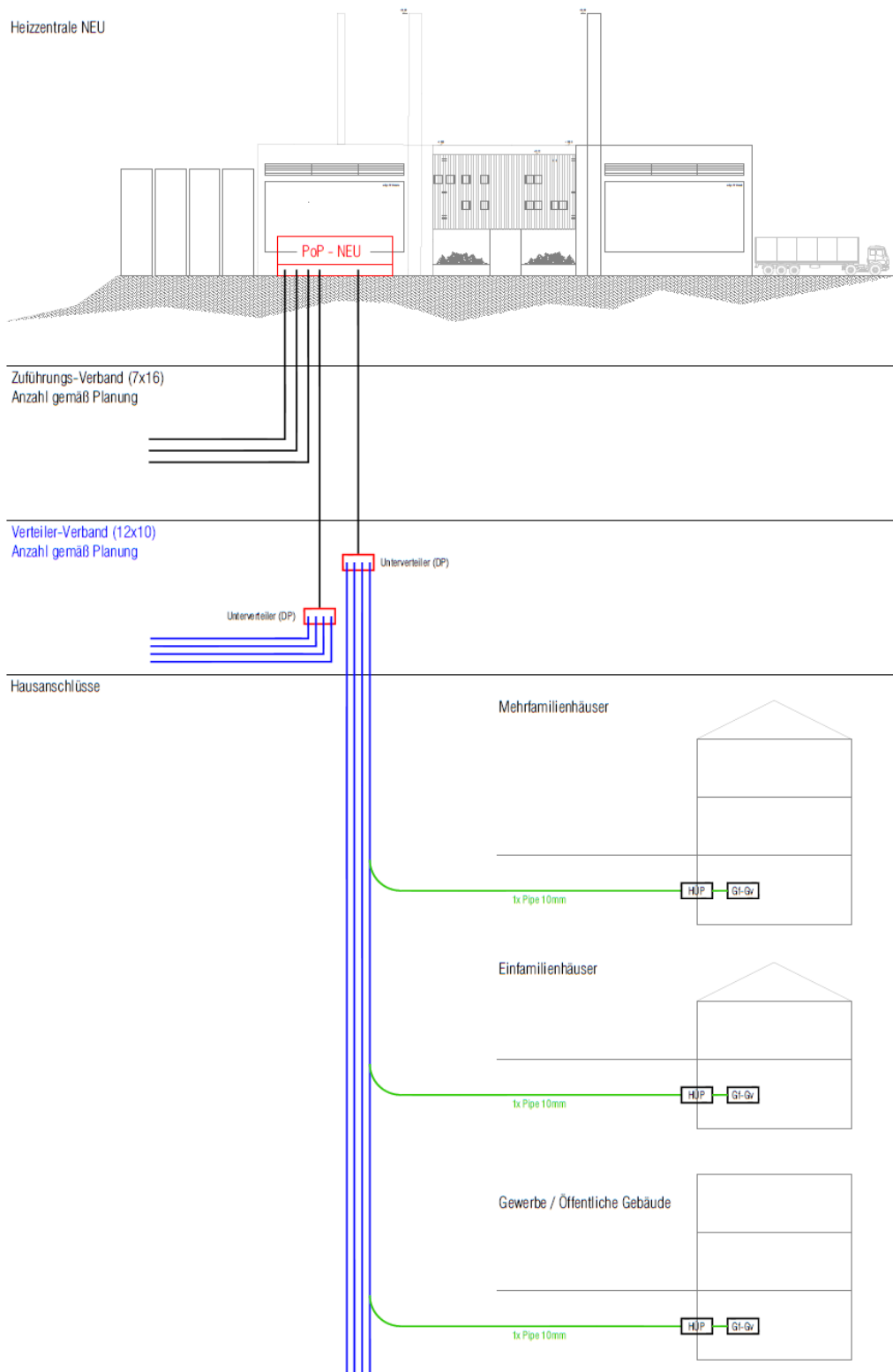


Abbildung 5-5: Schema Struktur Glasfasernetz

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Der PoP wird in der Heizzentrale Neu untergebracht. Von dort führen die Leerrohrverbünde zu den einzelnen Unterverteilern innerhalb der Versorgungsgebiete der Fernwärme. Von den Unterverteilern führen Rohrverbände entsprechend in die einzelnen Straßenzüge und Gebäude. In den Gebäuden wird durch die Wärmegesellschaft die Aufschaltung der Fernwärme-Übergabestationen mittels eines LWL-Converters ausgeführt. Die Verbindung des PoP in der Heizzentrale Neu zur Bedienzentrale bei den Stadtwerken sowie den einzelnen Heizzentralen Sonnenhof-Therme, Brechenmacher-Schule/Hallenbad wird als Backbone (direkte Anbindung über Leerrohrsystem, siehe Abbildung 5-6) ausgeführt.

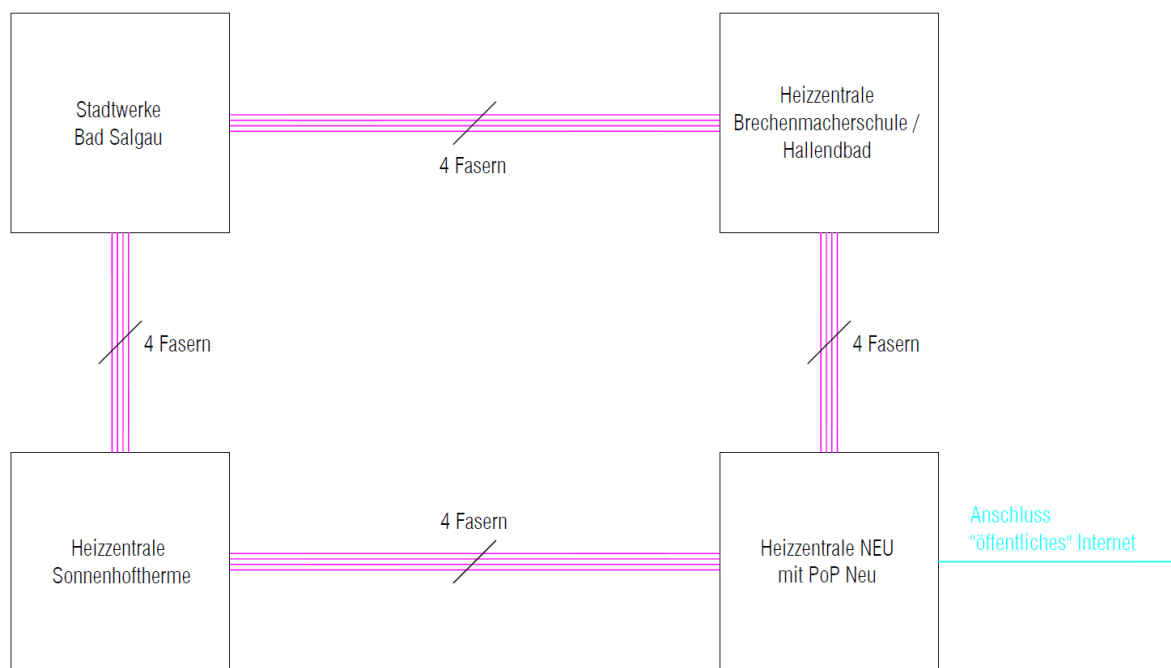


Abbildung 5-6: Backbone: Heizzentralen, Stadtwerke und PoP

6 Gutachten und Genehmigungsfähigkeit

6.1 Vorbereitende Maßnahmen und Gutachten

Grundlage der Genehmigungsplanung sind die Ergebnisse der vorangegangenen Kapitel. Zum besseren Verständnis werden nachfolgend weitere relevante Voruntersuchungen zur Herbeiführung der Genehmigungsfähigkeit erläutert, siehe Tabelle 6-1.

Tabelle 6-1: Übersicht vorbereitende Maßnahmen und Gutachten

Handlungsfeld	Wirkungsbereich	Stand/Einschätzung
Artenschutz	Standort Heizzentrale Neu	CEF-Maßnahmen und Umsiedlung relevanter Arten, Berücksichtigung bei Baufeldfreimachung
Geotechnische Voruntersuchungen	Standort Heizzentrale Neu Geplante Wärmetrasse	Maßnahmenempfehlungen im Rahmen der Umsetzung
Kampfmittelprüfung	Standort Heizzentrale Neu und geplante Wärmetrasse	Nähere Überprüfung eines Teilbereichs der geplanten Fernwärmetrasse durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst
Brandschutz	Standort Heizzentrale Neu	Maßnahmenempfehlungen zum Brandschutz

Planungsbericht – BEW-Modul 1

6.1.1 Artenschutz

Im Jahr 2023 wurden in Abstimmung mit der Unteren Naturschutzbehörde vertiefende artenschutzrechtliche Untersuchungen durchgeführt. Im Hinblick auf den Artenschutz wurde geprüft, ob durch die Umsetzung einer Heizzentrale am Standort Herdgrube die Verbotstatbestände des § 44 Abs. 1 BNatSchG tangiert werden.

Der nordöstliche Bereich des Plangebietes wurde bislang als Acker bewirtschaftet und weist keine besondere Bedeutung für den Artenschutz auf. Das eigentliche Baugebiet wurde als Lagerplatz genutzt und war zum Zeitpunkt der Begehung (2023) zum Großteil ruderalisiert und verbuscht. Das ehemalige Kiesabbaugebiet besitzt eine hohe Relevanz für den Natur- und Artenschutz.

Im Jahr 2023 wurde das Plangebiet und die nähere Umgebung mehrfach begangen und Vögel, Laichgewässer, Laich, Larven, Amphibien sowie Insekten dokumentiert. Ferner wurden Schlangenbleche und künstliche Niströhren (Haselmaus) ausgelegt und kontrolliert.

Die Untersuchung ergab, dass durch das geplante Vorhaben sowohl das Hauptvorkommen der Zauneidechse als auch der komplette Lebensraum der Kreuzkröte betroffen sind. Für diese Tierarten sind umfangreiche schadensbegrenzende/funktionserhaltende Maßnahmen erforderlich, siehe Tabelle 6-2.

Tabelle 6-2: Geplante Maßnahmen Artenschutz

Maßnahme	Zeitraum
CEF 1 Entwicklung und Pflege einer Niederhecke	Heckenpflege: Oktober 2024 bis Februar 2025 Ggf. Nachpflanzung von Sträuchern: Ende 2025
CEF 2 Abschieben des nährstoffreichen Oberbodens	Sommer/Herbst 2024 nach der Getreideernte
CEF 3 Entwicklung einer Magerwiese	Sommer 2024 bis Frühjahr 2025
CEF 4 Herstellung von neuen Zauneidechsenhabitaten	Sommer/Herbst 2024 nach der Getreideernte
CEF 5 Naturnahe Gestaltung des Versickerungsbeckens	Parallel zum Bau des Heizwerks
CEF 6 Herstellung eines Asphaltbeckens für die Kreuzkröte	Herbst 2025
CEF 7 Herstellung einer kaskadenförmigen Tümpelkette	(Übergangsweise wurde bereits ein Laichgewässer hergestellt)
Baufeldfreimachung	August/September 2025
Umsetzen der Zauneidechsen in die Ersatzhabitate	
Aufstellen Reptilienzaun (Einwandern von Reptilien in Baustelle verhindern)	

In Abbildung 6-1 sind die geplanten Maßnahmen auf der Übersichtskarte verortet. Ebenfalls eingetragen sind die Fundstellen der Zauneidechse.

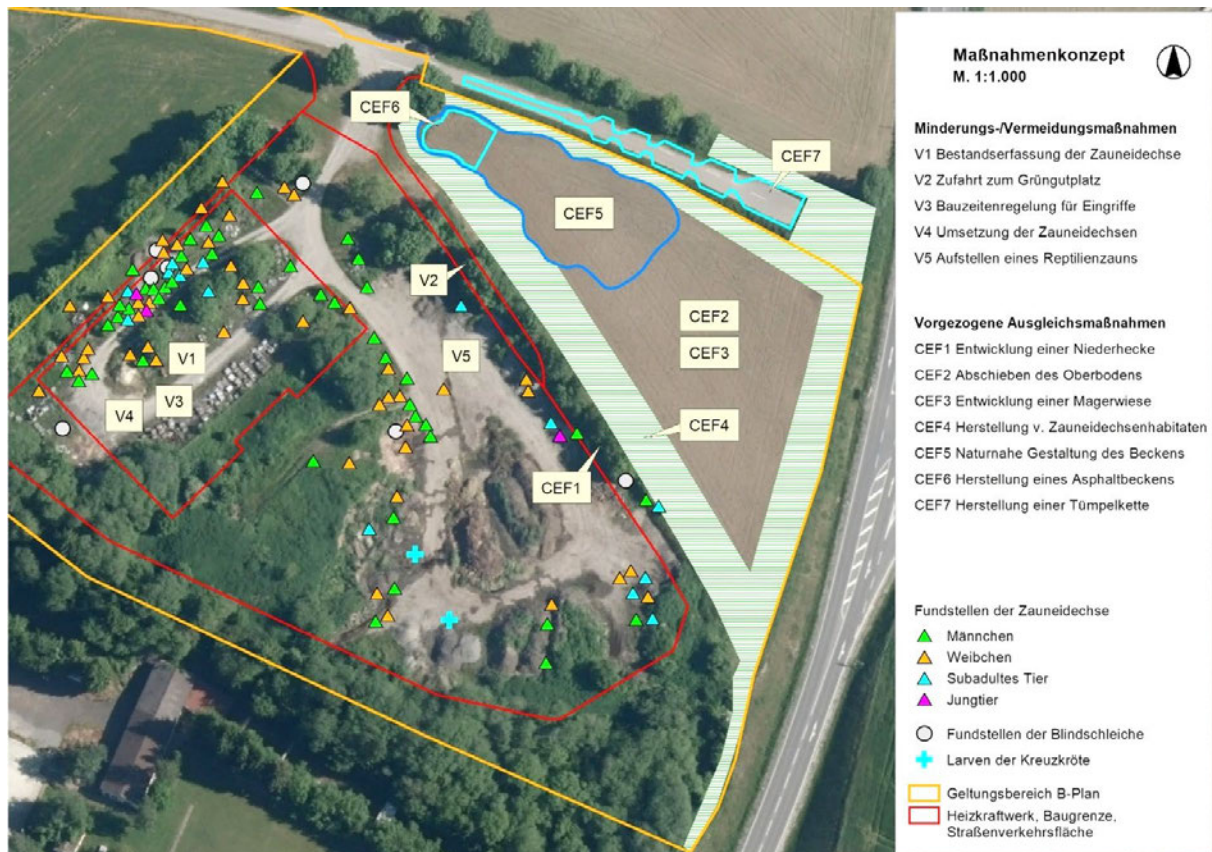


Abbildung 6-1: Verortung der geplanten Maßnahmen

Die vorgeschlagenen Maßnahmen wurden am 04.06.2024 mit dem Landratsamt Sigmaringen abgestimmt und für schlüssig befunden. Die Artenschutzmaßnahmen können ggf. modifiziert werden, um eine bestmögliche schadensbegrenzende und funktionserhaltende Wirkung zu erzielen.

6.1.2 Geotechnische Voruntersuchungen

Bauvorhaben „Heizzentrale Neu“

Für das Bauvorhaben „Heizzentrale Neu“ wurde 04/2024 ein geotechnischer Bericht vom Ingenieurbüro für Geotechnik Henke und Partner GmbH vorgelegt. Zur Erkundung der Baugrundsituation wurden von der Firma BauGrund Süd insgesamt 9 Kernbohrungen (KB), 5 schwere Rammsondierungen (DPH) sowie 6 Baggerschürfen (SG) durchgeführt. Ferner wurden die Grundwassermessstellen (GWM) mitbetrachtet. Die Erkundungen sind in Abbildung 6-2 verortet. Die gewonnenen Bohrkern und Bodenaufschlüsse wurden nach geologischen und bodenmechanischen Gesichtspunkten untersucht. Außerdem wurden Boden- und Asphaltproben für geotechnische Laboruntersuchungen, chemische Analysen und als Rückstellproben entnommen.

Anhand der Baugrundaufschlüsse konnte die geologische Situation im Bau Feld (Schichtenbeschreibung) aufgenommen werden. An einigen Stellen wurden heterogene künstliche Geländeauffüllungen (alte Kiesgrubenverfüllung) angetroffen. Innerhalb derer wurden vereinzelt Ziegelreste und Asphaltstückchen angetroffen. Überdies können die in Bad Saulgau anzutreffende Verwitterungslehme und Schmelzwasserkiese erhöhte geogene Arsenwerte aufweisen.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

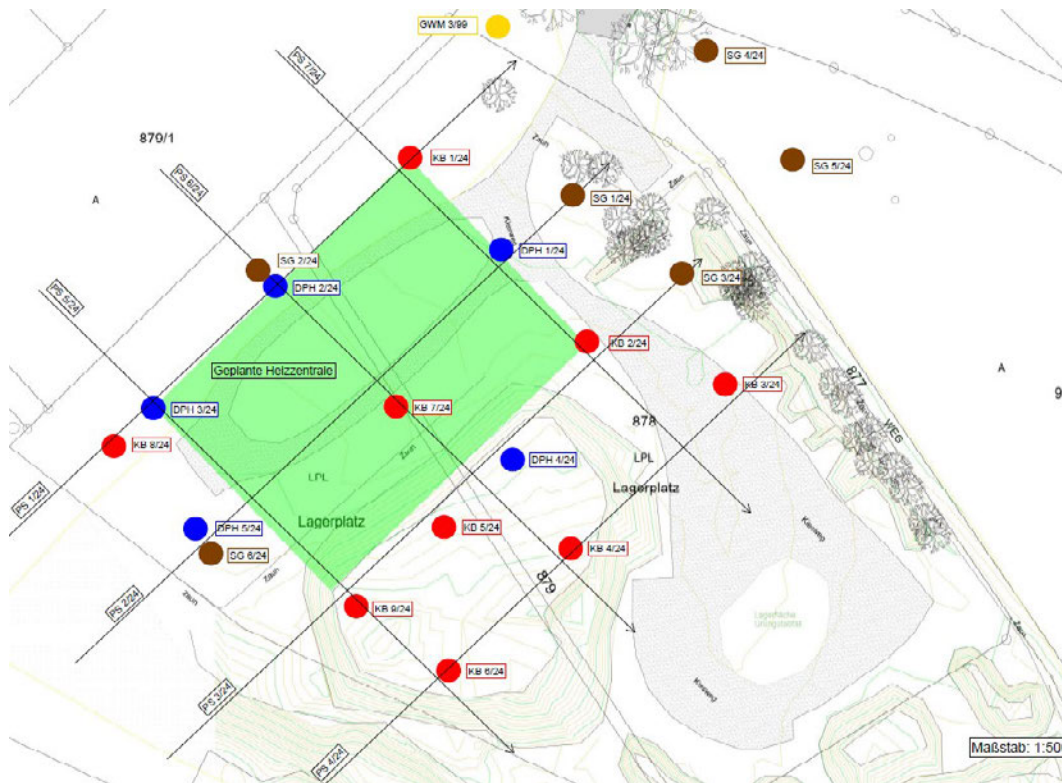


Abbildung 6-2: Lage der geologischen Profilschnitte

Die tertiären Ablagerungen der Oberen Meeresmolasse sind, in Bezug auf die darüber anstehenden Schmelzwasserkiese/-sande, als Grundwassergeringleiter/-stauer anzusehen. Die Schmelzwasserkiese bilden den obersten Grundwasserleiter, der als Porengrundwasserleiter eine (sehr) große Wasserdurchlässigkeit aufweist. Gemäß aktueller Hochwassergefahrenkarte liegt das Baufeld außerhalb einer Überflutungsfläche eines Oberflächengewässers. Weil für das geplante Baufeld keine langfristigen Grundwassermessdaten vorliegen, wird zur Festlegung des Bemessungsgrundwasserspiegels ein Sicherheitszuschlag (von 2,0 m) empfohlen, sodass von einem Bemessungsgrundwasserstand von 585,80 m ü. NN ausgegangen wird.

Gemäß DIN 4149: 2005-04 sowie entsprechender Karte (Erdbebenzonen, geologische Untergrundklassen) ergibt sich hinsichtlich der Erdbebensicherheit folgende Zuordnung:

Erdbebenzone	7	Intensitätsintervalle $7 \leq I \leq 7,5$ Bemessungswert Bodenbeschleunigung $0,6 \text{ m/s}^2$
Untergrundklasse	S	Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung
Baugrundklasse	C	Stark bis völlig verwitterte Festgesteine oder grobkörnige bzw. fein-/gemischtkörnige Lockergesteine

Auf Basis der geotechnischen Untersuchungen wurden die geplanten Maßnahmen zur Errichtung der Heizentrale, inkl. Verkehrsflächen sowie Kanal-/Leitungsbau, bewertet und Umsetzungsempfehlungen gegeben. Das Tragwerk der Heizentrale kann über Einzel-/Streifenfundamente auf den sehr gut tragfähigen Schmelzwasserkiesen gegründet werden. Liegt die planmäßige Gründungssohle (Einzel-/Streifenfundamente) über der tragfähigen Schmelzwasserkieschicht ist die Gründungssohle mittels Magerbeton bis auf die tragfähige Schicht zu führen. Gegebenenfalls können einzelne Betonplomben hergestellt werden.

Werden Bodenplatten mit Fahrzeugen befahren oder sind hohen Lasten ausgesetzt, sind entsprechende Anforderung an den Bodenplattenunterbau zu beachten. Zur Erhöhung der Untergrundtragfähigkeit wird ggf.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

ein Bodenaustausch bis auf die tragfähigen Schmelzwasserkiese empfohlen. Von einer Bodenstabilisierung mit Bindemittel wird u. a. aufgrund der oberflächlich aufgeschlossenen heterogenen Böden abgeraten.

Auf dem geplanten Baufeld der Heizzentrale stehen gut baggerbare Böden an. Mit größeren Steinen, Geröllen bzw. Blöcken innerhalb der Schmelzwasserkiese muss gerechnet werden. Für die Verfüllung von Arbeitsräumen unter Gebäuden, Verkehrsflächen etc. sind gut verdichtbare grobkörnige Böden zu verwenden. Hierzu können bspw. die anstehenden gering-/unverlehmt Schmelzwasserkiese verwendet werden. Dabei sollte auf eine adäquate Verdichtung der Verfüllung geachtet werden

Versickerungsversuche zeigten, dass eine Regenwasserversickerung in den gering- bis unverlehmt Schmelzwasserkiesen über eine Versickerungsmulde möglich ist. Das Baufeld liegt, gemäß Wasserschutzgebietskarten, außerhalb eines Wasser-/Quellenschutzgebietes, sodass keine Einschränkung bei der Regenwasserversickerung besteht.

Sollen künstliche Auffüllungen entsorgt werden, sind diese zwischenzulagern, zu beproben und durch chemische Analysen zu deklarieren. Es wird empfohlen, im Rahmen der späteren Ausschreibung sowohl die Verwertung als auch (falls nicht verwertbar) die Beseitigung von Böden auf einer Deponie zu berücksichtigen.

Bauvorhaben „Neubau Haupttrasse Fernwärmeleitungen“

In 09/2024 wurde der geotechnische Bericht zum Bauvorhaben „Neubau Haupttrasse Fernwärmeleitungen“ vorgelegt. Zur geotechnischen Erkundung wurden vorab 46 Kleinbohrungen bzw. Rammkernsondierungen abgeteuft, siehe Abbildung 6-3. Für chemische Analysen und als Rückstellproben wurden 146 Boden- und 44 Asphaltproben entnommen. Aus diesen wurden 56 Mischproben für Laboruntersuchungen hergestellt.



Abbildung 6-3: Lageplan geplante Fernwärmeleitung und der Baugrundaufschlüsse

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Anhand der Baugrundaufschlüsse wurde die geologische Schichtung im Baufeld der geplanten Haupttrasse ermittelt. Die Analysen und Laboruntersuchungen zeigten, dass bei der geplanten Leitungsverlegung mit Bodenverunreinigungen zu rechnen ist. Die angetroffenen Schmelzwasserkiese/-sande und Tallehne weisen erhöhte geogene Arsenwerte auf. In einigen Mischproben wurden sehr hohe Werte von Blei, Zink und Kupfer ermittelt. Die belasteten Böden müssen auf einer Deponie beseitigt werden. Ein Teil der Asphaltproben waren teer- bzw. pechhaltig und müssen fachgerecht entsorgt bzw. verwertet werden.

Die angetroffenen tertiären Ablagerungen der Oberen Meeresmolasse sind Grundwassergeringleiter/-stauer. Die darüber anstehenden Schmelzwasserkiese und -sande weisen (sehr) große Wasserdurchlässigkeiten auf. Gemäß Baugrunduntersuchung kommt die geplante Fernwärmeleitung, über dem mittleren Grundwasserspiegel zu liegen. In einigen Bereichen muss nach größeren Niederschlagsereignissen zeitweise mit Sicker-/Schichtwasser gerechnet werden. Im nordöstlichen Bereich von Bad Saulgau muss bereits ab einer Tiefe von ca. 2,0 m bis 3,0 m unter Geländeoberkante mit Grundwasser gerechnet werden.

Gemäß Kartenmaterial der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg kommt die geplante Haupttrasse der Fernwärmeleitung lediglich im Bereich Hallenbad/Kronriedhalle in der Wasserschutzgebietszone III B zu liegen. Gemäß Hochwassergefahrenkarte liegen Teilbereiche der geplanten Fernwärmeleitung im Überschwemmungsbereich eines Oberflächengewässers.

Auf Basis der geotechnischen Untersuchungen wurden Umsetzungsempfehlungen gegeben und die geplanten Maßnahmen bewertet. Hierzu zählen bspw. die Sicherung von Gräben/Gruben, ggf. zeitweise erforderliche Wasserhaltungsmaßnahmen und der Einsatz von mineralischen Ersatzbaustoffen zur Grabenverfüllung.

Um Leitungsschäden zu vermeiden, sind weiche bindige sowie organische Böden unter dem Leitungsaufleger durch gut tragfähige Baustoffgemische bzw. Böden zu ersetzen. Sollen die anstehenden bindigen bzw. gemischtkörnigen Böden wieder eingebaut werden, müssen diese mittels Bindemittel stabilisiert werden. Hierzu ist vorab eine Eignungsprüfung durchzuführen. Ausgehobene Böden für einen Wiedereinbau sind zudem fachgerecht zwischenzulagern.

Der Oberbau der Verkehrsfläche sollte so wiederhergestellt werden, dass er dem ursprünglichen Zustand technisch gleichwertig ist und/oder den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen entspricht.

6.1.3 Kampfmittelprüfung

Für das Fernwärmeprojekt wurde zudem ein Gutachten zur Vorerkundung einer potenziellen Belastung durch Kampfmittel aus dem Zweiten Weltkrieg erstellt. Das Untersuchungsgebiet umfasst sowohl den Standort der neuen Heizzentrale als auch das Versorgungsgebiet (Wärmetrasse), siehe Abbildung 6-4.

Das Gutachten basiert auf einer historischen Recherche über die Kriegsereignisse im Untersuchungsgebiet und der Auswertung historischer Luftbilder. Die Ergebnisse der Recherche wurden in einem geografischen Informationssystem verortet und dienten ergänzend zur Luftbilddauswertung der Anschaulichkeit und Interpretation der Ereignisse.

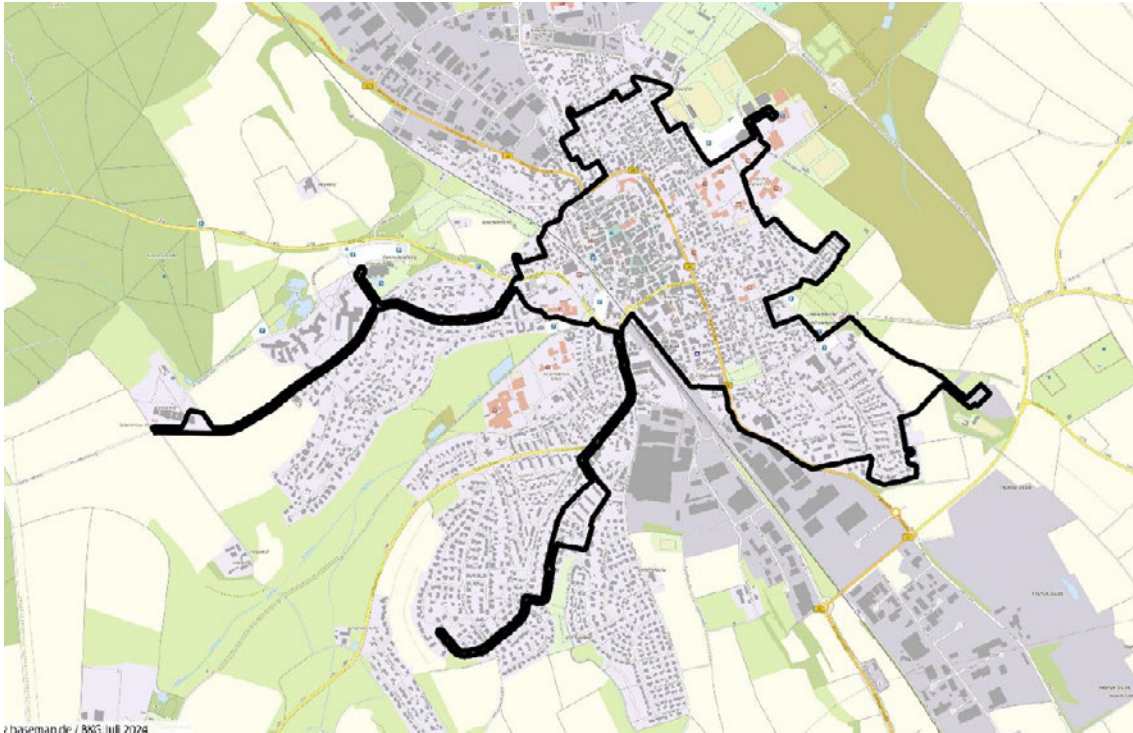


Abbildung 6-4: Untersuchungsgebiet Kampfmittelprüfung

Auf den untersuchten Luftbildern finden sich keine Hinweise auf eine Bombardierung mit Sprengbomben oder einen Beschuss mit Artillerie. Aus der historischen Recherche ergaben sich Hinweise auf einen Panzerbeschuss in einem Teilbereich des Untersuchungsgebiets. Da erfahrungsgemäß ein gewisser Prozentsatz aller Sprengkörper nicht explodierte, kann nicht ausgeschlossen werden, dass in einem Teilbereich des Untersuchungsgebiets nicht detonierte Sprengkörper (Blindgänger) oder andere Kampfmittel vorhanden sind.

Aufgrund des Ergebnisses der Vorerkundung auf Kampfmittelbelastung aus dem Zweiten Weltkrieg ist für diesen Teilbereich (Panzerbeschuss) eine nähere Überprüfung durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg oder ein anderes autorisiertes Unternehmen dringend zu empfehlen. In dem Bereich des Untersuchungsgebiets, der außerhalb des mit Panzergranaten beschossenen Bereichs liegt, können die Untersuchungs- und Bauarbeiten ohne weitere Auflagen in Bezug auf Kampfmittel durchgeführt werden.

6.1.4 Brandschutzkonzept

In der Landesbauordnung Baden-Württemberg (LBO) werden Gebäude anhand der Gebäudehöhe in Gebäudeklassen (§ 2 LBO) und abhängig von der Nutzung in Regel-/Sonderbauten (§ 38 LBO) eingeteilt. Bei der geplanten Heizzentrale handelt es sich demnach um einen Sonderbau der Gebäudeklasse 5.

Für die brandschutztechnische Bewertung wurden die Schutzziele gem. § 3 LBO und § 15 LBO zugrunde gelegt. Diese umfassen das Vorbeugen einer Brandentstehung, Vorbeugen einer Ausbreitung von Feuer und Rauch sowie das Ermöglichen von wirksamen Löscharbeiten und der Rettung von Menschen und Tieren. Ferner wurden besondere Schutzziele (gemäß LBO und Feuerungsverordnung) beachtet.

Das Brandschutzkonzept zeigt auf, wie mit entsprechenden brandschutztechnischen Maßnahmen die bauaufsichtlichen und objektspezifischen Schutzziele sichergestellt werden können. Das Konzept dient als Nachweis der Erfüllung der Schutzziele im Hinblick auf den vorbeugenden Brandschutz im Rahmen der

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Bauvorlage im Genehmigungsverfahren und nach der Prüfung und Bestätigung durch die Baurechtsbehörde als Planungshilfe für Ausschreibung, Planung und Bauausführung.

Für das geplante Heizwerk, welches nutzungsbedingt ein erhöhtes Brandrisiko aufweist, wurden im Brandschutzkonzept u. a. nachfolgende Maßnahmen definiert:

- o Tragende und aussteifende Bauteile müssen mindestens feuerbeständig (F 90) sein
- o Trennwände (bspw. Aufenthalts-/Sozialräume) müssen mindestens feuerbeständig (F 90) und raumabschließend sein
- o Gemäß § 15 Abs. 2 LBO sind dauernd wirksame Blitzschutzanlagen zu installieren
- o Flucht- und Rettungswege sind einzuplanen
- o Notausgangstüren (ins Freie) bzw. Feuerschutztüren (bspw. zum Treppenhaus) sind einzuplanen
- o Rauchabzüge im Treppenhaus und in den Wochenlagern sind erforderlich
- o Brandmeldungen müssen automatisch zur ständig besetzten Leitstelle in Ravensburg geleitet werden
- o Vorhaltung von 96 m³/h Löschwasser über mindestens 2 Std. ist zu gewährleisten

Die Brandschutzmaßnahmen wurden im Rahmen der Gebäudeplanung berücksichtigt. Beispielhaft sind in Abbildung 6-5 Pläne zu den Brandmeldeanlagen und zum Blitzschutz (Fundament-/Ringerde) dargestellt.

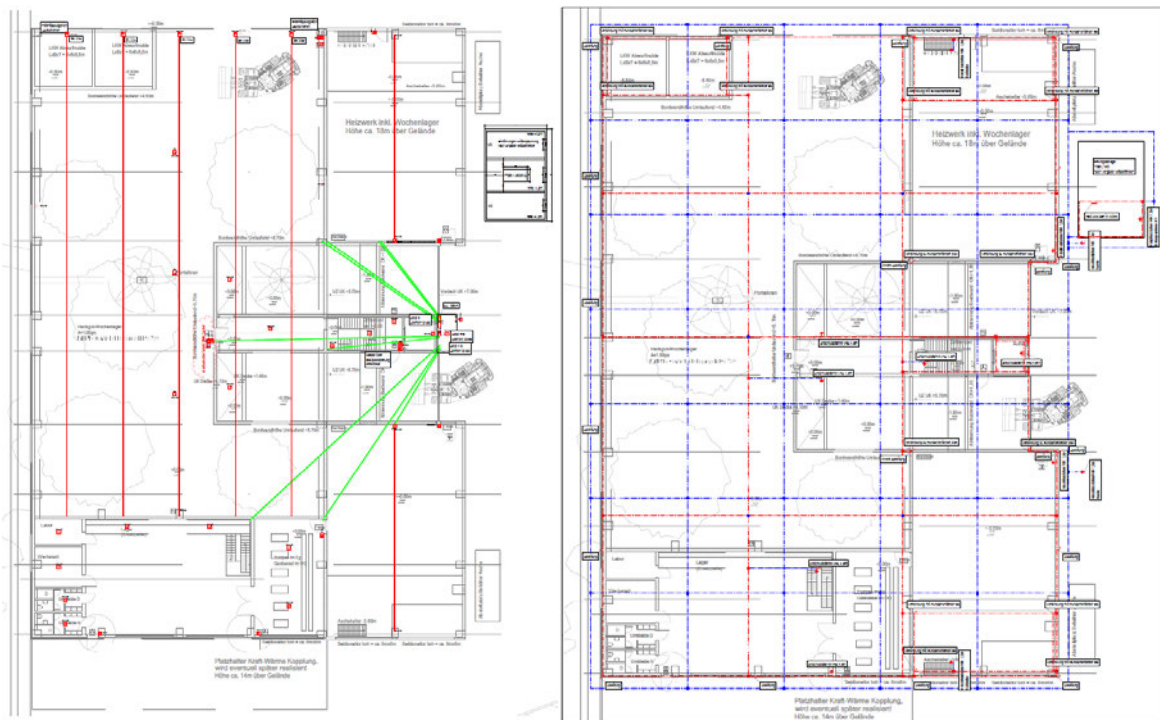


Abbildung 6-5: Auszug aus den Planungsunterlagen: Brandmeldeanlagen (links) und Blitzschutz (rechts)

6.1.5 Risikobewertung Hochwasser/Starkregen

Wie aus dem geotechnischen Bericht hervorgeht, liegt der Standort der geplanten Wärmezentrale nicht in einem Hochwasserrisikogebiet.

Das Grundstück der geplanten Wärmezentrale ist außerdem nicht starkregengefährdet. Auf drei von vier Seiten fällt das Gelände deutlich von der Heizzentrale aus weg. Nach Westen ist es eben und von dort aus besteht keine Starkregengefahr. Die Hoffläche ist so gestaltet, dass das Oberflächenwasser weg vom Gebäude

Planungsbericht – BEW-Modul 1

fließt. Wenn die Abflusseinrichtungen nicht mehr aufnahmefähig sind, kann das Oberflächenwasser über die Hofflächenränder abfließen, ohne ins Gebäude rückzustauen.

6.1.6 Voruntersuchungen Bau der Wärmetrasse

Neben der geotechnischen Untersuchung und Kampfmittelprüfung wurde der Trassenverlauf, im Zuge der Vor- und Entwurfsplanung, mit zahlreichen Trägern öffentlicher Belange abgestimmt und die Planung unter Berücksichtigung deren Belange angepasst.

Generell gibt es keine Einwände gegen die geplante Baumaßnahme „Wärmeversorgung Bad Saulgau“. Im Zuge des Fernwärmeausbaus werden in Teilbereichen Wasserleitungen, Gasleitungen, Kanalleitungen von Regen- und Schmutzwasser in Abstimmung mit den zuständigen Behörden erneuert, umverlegt oder verstärkt.

Für die Querung des Bahndammes ist in Abstimmung mit der Deutschen Bahn ein Gestattungsantrag einzureichen. Die erforderlichen Unterlagen sowie die geplante Umsetzung wurden bereits im Vorfeld mit dem zuständigen Sachbearbeiter abgestimmt.

Für den Bau der Wärmetrasse sind keine Genehmigungen einzuholen.

6.2 Genehmigungen

Für die Errichtung des geplanten Fernwärmenetzes sind die in Tabelle 6-3 aufgelisteten Genehmigungen einzuholen. Die Anträge wurden bereits eingereicht und eine positive Rückmeldung wird erwartet.

Tabelle 6-3: Übersicht erforderliche Genehmigungen

Handlungsfeld	Wirkungsbereich	Stand/Einschätzung
BImSchG-Antrag	Biomassekessel und -lager	Eingereicht in 10/2024 beim LRA Sigmaringen
Baugenehmigung nach § 49 LBO	Standort Heizzentrale Neu	Eingereicht in 10/2024 beim LRA Sigmaringen
Wasserrechtliche Erlaubnis	Großwärmepumpe an der Sonnenhof-Therme	Behördliche Anforderungen werden mit der aktuellen Planung eingehalten
Bergbaurechtliche Erlaubnis	Tiefe Erdwärmesonde an der Bohrung GB2	Eingereicht in 07/2024 beim Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

6.2.1 Vorbereitende Gespräche mit der Genehmigungsbehörde

10/2023 Behördenabstimmung mit Landratsamt Sigmaringen

Der Genehmigungsbehörde (Landratsamt Sigmaringen) wurden die Möglichkeiten der Besicherung erläutert. Die Leistung der Besicherungsanlage soll 50 % der Gesamtleistung der Biomassekessel (zwei 8 MW-Anlagen) betragen. Die Anlage könnte in Form eines Biomasse- oder Gaskessels ausgeführt werden. Die Besicherungsanlage wird nicht für die Spitzenlastabdeckung eingesetzt.

Ferner wurde erläutert, dass bei der Nutzung von Altholz der Kategorie A2 genehmigungsrechtlich die Durchsatzgrenze von < 3 Tonnen/Stunde für beide Kessel nicht überschritten werden darf.

Darüber hinaus wurde beschlossen, einen Brandschutzsachverständigen einzubinden und ein Lärmgutachten anfertigen zu lassen.

Die Genehmigungsbehörde stimmte einem konzentrierten Genehmigungsverfahren zu, bei dem die Teile BImSchG-Antrag, Bauantrag und Umweltverträglichkeitsprüfung in einem Antrag eingereicht werden.

02/2024 Behördenabstimmung mit Landratsamt Sigmaringen

Hinsichtlich der Besicherung wurde beschlossen, einen 8 MW-Gaskessel einzusetzen. Die Besicherungsanlage wird nicht für die Spitzenlastabdeckung eingesetzt und kommt nur bei Defekten an einem der beiden Hackgutkesseln zum Einsatz. Somit werden stets max. zwei Wärmeerzeuger betrieben und die Feuerungswärmeleistung bleibt < 20 MW. Daher stellt die Besicherungsanlage nach 4. BImSchV eine nicht genehmigungsbedürftige Nebeneinrichtung dar und hat keinen Einfluss auf die Einstufung nach 4. BImSchV.

Ferner werden zwei Warmwasserhackgutkessel mit je 8 MW installiert. Hierzu ist ein Brennstoff-Wochenlager mit rund 1.125 m² geplant, welches gemäß 4. BImSchV genehmigungspflichtig ist.

Gemäß Genehmigungsbehörde sollte wegen der dreiseitig geschlossenen Lagerung der Biomasse im Wochenlager und der Ableitung der Abgase in die freie Luftströmung keine relevante Geruchsbelastung vorliegen. Somit kann auf ein Geruchsgutachten verzichtet werden.

Die Genehmigungsbehörde weist darauf hin, dass bei Brennstoffen mit Abfallschlüssel gemäß 44. BImSchV eine Durchsatzgrenze von < 3 Tonnen/Stunde eingehalten werden muss. Ein Überschreiten führt zum Inkrafttreten der 17. BImSchV (Zuständigkeit: Regierungspräsidium Tübingen). Somit müssen zunächst alle angedachten Brennstoffe hinsichtlich etwaiger Abfallschlüssel geprüft werden.

06/2024 Behördenabstimmung mit Landratsamt Sigmaringen und der Landesanstalt für Umwelt

Zunächst wurde das Artenschutzgutachten besprochen. Die erarbeiteten CEF-Maßnahmen (siehe Kapitel 6.1.1) werden von der Genehmigungsbehörde als schlüssig bewertet.

Hinsichtlich der Großwärmepumpe an der Sonnenhof-Therme ist die aktuelle wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung des abgebadeten Thermalwassers in Oberflächengewässer zu beachten. Die aktuellen Entnahme- und Einleitbeschränkungen betragen max. 21,33 l/s (=1.843 m³/Tag; 600.000 m³/Jahr) und max. 20°C an der Messstelle S4. Die tatsächlichen Entnahme-/Einleitwerte der vergangenen 10 Jahre liegen deutlich darunter (380.000 m³/Jahr bis 477.000 m³/Jahr). Seitens der Genehmigungsbehörde wird angemerkt, dass für die künftig geplante Behandlung des Thermalwassers über eine Großwärmepumpe mit anschließender Beruhigungsstrecke (S1 bis S4), davon auszugehen ist, dass Temperaturschwankungen an der Messstelle S1 nach der Großwärmepumpe nur geringe Schwankungen an der Messstelle S4 verursachen.

In Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde wurde festgelegt, für alle nicht gefährlichen Abfälle (außer Altholz der Kategorie A1 und A2) die Nr. 8.1.1.4 gemäß Anl. 1 der 4. BImSchV und für Altholz der Kategorie A1 und A2 die Nr. 8.1.1.5 gemäß Anl. 1 der 4. BImSchV zu beantragen. Mit diesem Vorgehen sind beide Abfallarten getrennt und trotzdem rechtlich gewürdigt. Wichtig ist trotzdem, die 3-Tonnen-Grenze (gesamt) einzuhalten.

Hierzu wird die Berechnung der 3-Tonnen-Grenze anhand des unteren Brennwertes (Hackschnitzel) erläutert. Seitens der Genehmigungsbehörde wird festgehalten, dass der Brennwert im laufenden Betrieb durch den Betreiber festzustellen und außerdem zu überwachen ist, dass die 3-Tonnen-Grenze nicht überschritten wird.

Die Behörde überlässt die Technik der Abgasreinigung dem Betreiber. Wichtig ist nur, dass die Grenzwerte nach der 44. BImSchV eingehalten werden.

6.2.2 Bundesimmissionsschutzgesetz

Gegenstand des Genehmigungsverfahrens sind die beiden 8 MW-Warmwasserhackgutkessel mit stehender Nachverbrennungszone für niedrige Emissionswerte, einer Vorbereitung für eine später ggf. nachzurüstende

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Rauchgaskondensation (Brennwertnutzung) und Gewebefilter. Die Besicherung der Wärmeerzeugung erfolgt über einen 8 MW-Gaskessel. Wie in Kapitel 6.2.1 erläutert, stellt die Besicherungsanlage nach 4. BImSchV eine nicht genehmigungsbedürftige Nebeneinrichtung dar und hat keinen Einfluss auf die Einstufung nach 4. BImSchV.

Zur Abscheidung von Grobpartikeln (Flugasche) aus dem Verbrennungsprozess ist jedem Hackgutkessel ein Multizyklon (Fliehkraftabscheider) nachgeschaltet. Nach der Grobabscheidung wird das Verbrennungsabgas zur Einhaltung des Emissionsgrenzwertes für Staub von 30 mg/m^3 (§ 10 Abs. 13 S. 1 der 44. BImSchV) über einen Gewebefilter geführt.

Weitere Details zur Anlagenbeschreibung sind dem Kapitel 1.2 zu entnehmen, eine Übersicht der Heizzentrale ist in Abbildung 6-6 dargestellt.

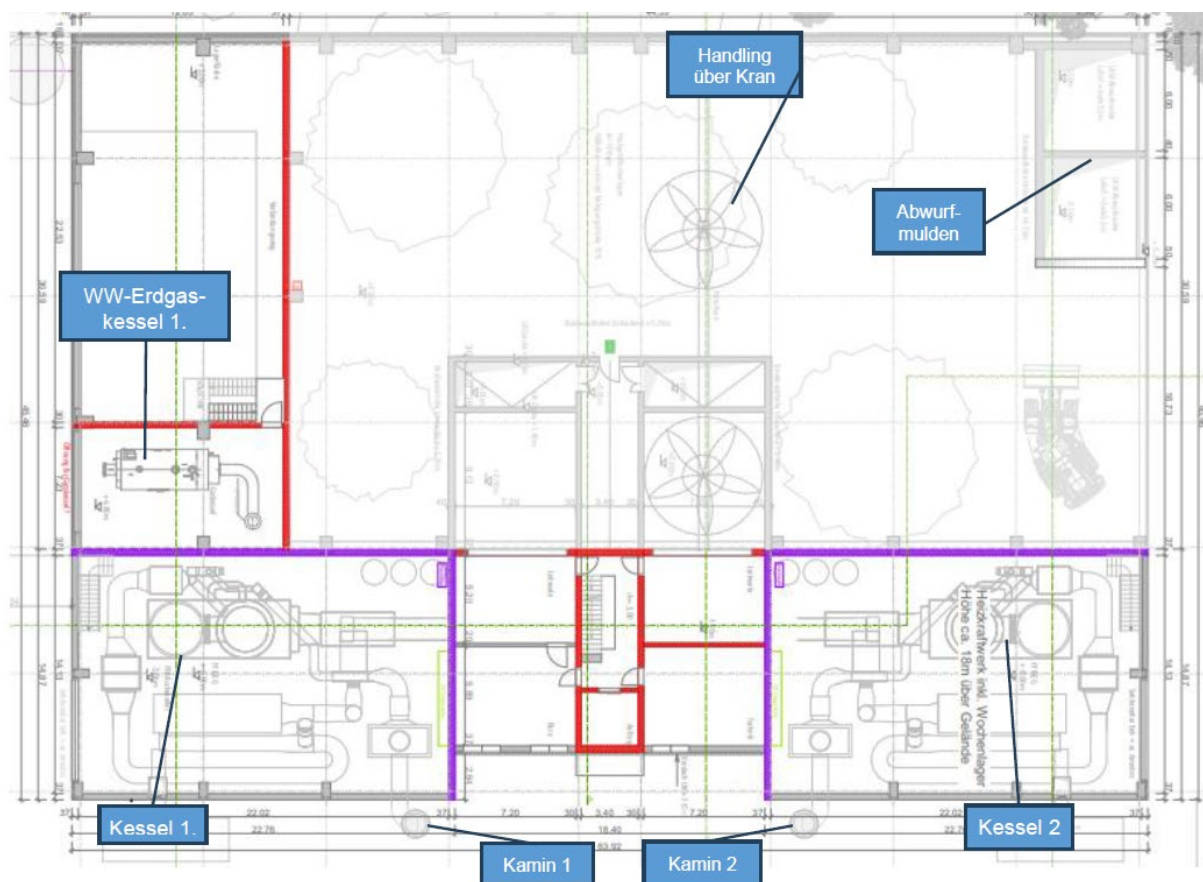


Abbildung 6-6: Übersicht Heizzentrale

Als Brennstoffe sind extern angelieferte Hackschnitzel aus Resthölzern bis Altholzkategorie A2 vorgesehen. Gemäß Nr. 8.1.1.5 Anh. 1 der 4. BImSchV ist der Einsatz von Altholz auf einen maximalen Durchsatz von < 3 Tonnen/Stunde begrenzt. Bedarfsorientiert bzw. nach Verfügbarkeit sollen auch Brennstoffe gem. § 2 Abs. 7 der 44. BImSchV eingesetzt werden. Somit handelt es sich bei der geplanten Anlage zusätzlich um eine Anlage nach Nr. 8.1.1.4 Anh. 1 der 4. BImSchV, also eine Anlage „zur Verbrennung von < 3 Tonnen/Stunde nicht gefährlicher Abfälle, ausgenommen die Verbrennung von Altholz der Kategorie A1 und A2“. Aus Gründen der Versorgungssicherheit soll die Hackschnitzelanlage auch mit naturbelassenem Holz – gem. § 2 Abs. 25 der 44. BImSchV – befeuert werden können. Damit ist die geplante Anlage nach Nr. 1.2.1 Anh. 1 der 4. BImSchV immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftig.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Zur unterbrechungsfreien Brennstoffversorgung der Anlage ist ferner ein Hackschnitzel-Wochenlager (A1- und A2-Altholz, nicht gefährliche Abfälle als Biobrennstoffe und naturbelassenes Holz) mit einer Kapazität von ca. 1.200 Tonnen geplant. Aufgrund der Einstufung der Altholz-Hackschnitzel als nicht gefährlicher Abfall und der geplanten Lagermenge von < 100 Tonnen handelt es sich bei diesem Lager um eine immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Nebenanlage zur Feuerungsanlage nach Nr. 8.12.2 Anh. 1 zur 4. BImSchV.

Im Rahmen des BImSch-Antragsverfahrens wurden zudem Angaben zu Schutzmaßnahmen beschrieben. Diese basieren auf den vorgenannten Gutachten und werden nachfolgend in Auszügen erläutert.

Luftschadstoffe

Die Anlage wird im Hinblick auf die einzuhaltenden Grenzwerte gemäß den Anforderungen der 44. BImSchV betrieben. Laut Herstellerangaben werden die entsprechenden Emissionsgrenzwerte bei allen Betriebszuständen und einem Bezugssauerstoffgehalt von 6 % eingehalten. Zur Reinigung der Verbrennungsabgase wird je Kessel ein Multizyklon mit nachgeschaltetem Gewebefilter eingesetzt. Nach Angabe des Kesselherstellers wird vor dem Hintergrund der eingesetzten Brennstoffe insbesondere der geltende Emissionsgrenzwert für Stickoxide als NO₂ auch ohne Installation eines Katalysators eingehalten. Die Hackschnitzelkessel werden so ausgerüstet, dass im Bedarfsfall eine Nachrüstung möglich ist.

Lärm

Die maximal zulässigen Geräuschemissionen der stationären Schallquellen sowie die erforderlichen Schalldämmmaße der Heizzentrale wurden auftragsgemäß ermittelt. Eine erste Schallausbreitungsrechnung zeigte, dass die zulässigen Schallemissionskontingente zunächst überschritten wurden. Maßgeblich hierfür waren die geplante offene Gestaltung des Wochenlagers, die Wetterschutz-/Jalousiegitter in der Südostfassade der Kesselhäuser, die Schallabstrahlung über das Dach des Wochenlagers sowie die Schallabstrahlung über einzelne Rolltore. Somit musste das Projekt hinsichtlich des Schallschutzes neu überdacht werden. Letztlich wurde die Fassade geschlossen und Fenster eingeplant, welche eine Belüftung des Brennstoffs ermöglichen und im Bedarfsfall (während des Kranbetriebs) geschlossen werden.

Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

Das geplante Gelände der Stadtwerke Bad Saulgau liegt vollständig außerhalb von ausgewiesenen Überschwemmungsgebieten sowie außerhalb von Wasser- und Heilquellschutzgebieten.

Der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (bspw. für die Durchführung von Wartungs- oder Instandhaltungsarbeiten) erfolgt unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften aus dem Wasserrecht.

Wasserbedarf und Abwassereinleitung

Die Installation der Kesselanlagen erfolgt in einem geschlossenen Heizkreissystem, das einmalig mit Heizungswasser (VE-Wasser) nach VDI 2035 befüllt wird und nur im Falle von Wartungs- bzw. Instandhaltungsarbeiten einer Nachspeisung bedarf.

Ein Anschluss der Anlage an die nahe gelegene Mischwasserkanalisation ist im Rahmen des Bauantrages vorgesehen und wurde vorab bereits skizziert (siehe Kapitel 2). Auf den Dachflächen anfallendes Niederschlagswasser wird der geplanten Versickerungsmulde zugeführt.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Für das geplante Vorhaben wird im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens nach § 4 und 19 BImSchG auch ein Bauantrag gestellt, der auf Grundlage von § 13 BImSchG mit beschieden werden soll.

6.2.3 Bauantrag „Heizzentrale Neu“

Der Antrag zur Baugenehmigung nach § 49 LBO basiert auf den Planungen in Kapitel 2. Der Antrag enthält zudem die Tragwerksplanung und Brandschutznachweise (basierend auf Kapitel 6.1.4).

Die geplante Wärmezentrale liegt nahe einer ehemaligen Landstraße, die im Zuge des Umgehungsstraßenbaus umgebaut wurde. Um einen Begegnungsverkehr zu- und abfahrender LKWs zu ermöglichen, wird auf dem Teilstück die ursprüngliche Breite von 6,50 m wiederhergestellt. Ferner soll die geplante Wärmezentrale im Bereich der bisherigen Zufahrt zum städtischen Grüngutlager errichtet werden, sodass eine Ersatzzufahrt zum Grüngutlager hergestellt werden muss.

Die Hoffläche (Betriebsgelände) wird vollständig mit einer Asphaltdecke überzogen. Wegen der sich darunter befindenden Altlast soll ein dichter „Deckel“ das Versickern von Regenwasser in den Untergrund verhindern. In Abbildung 6-7 sind Lage- und Entwässerungsplan, gemäß Bauantrag, dargestellt.

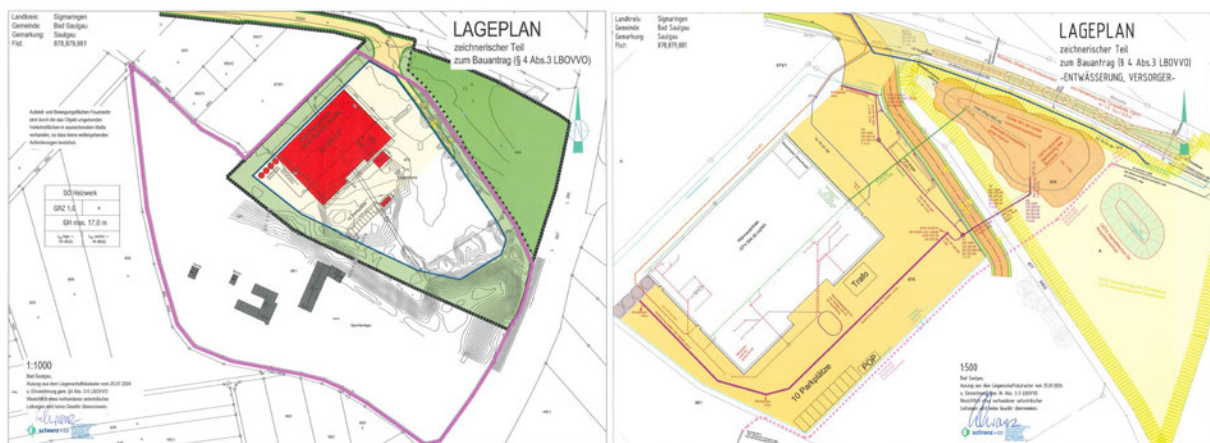


Abbildung 6-7: Bauantrag – Lageplan (links) und Entwässerung (rechts)

Die Regenwasserströme der Hof- und Dachflächen werden gefasst und anschließend zur Versickerung weitergeleitet. Da die Verschmutzungsgefahr auf den Hofflächen größer ist als bei den Dachflächen, werden diese Regenwasserströme getrennt zum Versickerungsbecken geführt. Um die Leistungsfähigkeit der Versickerungsfläche dauerhaft zu erhalten, wird eine Rohrsedimentation installiert, um absetzbare und aufschwimmende Stoffe rückzuhalten. Ein integrierter Strömungstrenner verhindert bei hoher Strömungsgeschwindigkeit die Remobilisierung bereits eingelagerter Partikel und Schadstoffe. Die Reinigung der Anlage ist mit herkömmlicher Kanalspültechnik möglich. Zur Havarievorsorge ist ein Tauchrohr eingebaut, um ein großes Leichtflüssigkeitsspeichervolumen vorzuhalten.

Die grundsätzliche Eignung dieser Versickerungsanlage ist durch die Einhaltung nachfolgender Kriterien erfüllt:

- o Das geplante Versickerungsbecken liegt außerhalb von Wasserschutzgebieten.
- o Der Grundwasserabstand liegt etwa 8 m unter der geplanten Beckensohle
- o Unter dem geplanten Versickerungsbecken befinden sich keine Altlasten
- o Der Durchlässigkeitsbeiwert liegt zwischen $10^{-3} < k_f < 10^{-6}$ m/s

Planungsbericht – BEW-Modul 1

6.2.4 Großwärmepumpe an der Sonnenhof-Therme

Die Thematik der Genehmigungsfähigkeit konzentriert sich auf die geltenden behördlichen Vorgaben hinsichtlich der Einleitungstemperatur des abgebadeten Thermalwassers in den Stockäckergraben.

Nach wasserrechtlicher Erlaubnis beträgt die maximale Einleitungsmenge ins Oberflächengewässer 600.000 m³/Jahr bei einer Einleitungstemperatur von maximal 20°C. Die bergbaurechtlich genehmigte Höchstentnahmemenge wird im Zuge der geplanten Fernwärmeversorgung nicht überschritten.

Ermöglicht durch den Bau eines Nahwärmenetzes, welches den derzeitigen Wärmeverbund „Kliniken“ mit einem Vielfachen an weiteren Wärmeverbrauchern verbindet, lässt sich die Abkühlung des abgebadeten Thermalwassers innerhalb der Sonnenhof-Therme mittels Wärmepumpentechnik ausweiten, sodass bereits bei Austritt aus dem Gebäude ganzjährig eine Temperatur von rund 15°C möglich wäre. Somit kann die geforderte Einleitungstemperatur von maximal 20°C (an der Untersuchungsstelle S4) eingehalten werden.

Nach Rücksprache mit der Genehmigungsbehörde wird für die Untersuchungsstelle S4 ein zulässiger Temperaturbereich von 15-20°C genannt.

Nach aktuellem Planungsstand kann davon ausgegangen werden, dass die Großwärmepumpe an der Sonnenhof-Therme das abgebadete Thermalwasser ausreichend abkühlt, um die behördlichen Anforderungen hinsichtlich der Einleitungstemperatur (in den Stockäckergraben) zu erfüllen.

6.2.5 TEWS an der Bohrung GB2

Zur Nutzung der geothermischen Potenziale an der derzeit ruhenden Bohrung GB2 soll eine tiefe Erdwärmesonde installiert werden. Die technische Ausführung der TEWS wurde bereits in Kapitel 1.2.4 beschrieben. Auf Basis der technischen Konzeptionierung wurde im Juli 2024 der Antrag auf Erteilung einer bergrechtlichen Erlaubnis vorbereitet und eingereicht. Gegenstand ist die Errichtung einer TEWS in der Bohrung Saulgau-GB2, als Doppel-U-Sonde DA 63 mm, PN20 bis in 520 m Tiefe.

Derzeit spricht nichts gegen die Genehmigungsfähigkeit der geplanten TEWS, daher wird ein positiver Bescheid der zuständigen Genehmigungsbehörde erwartet.

7 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

7.1 Eigentümer/Betreiber

Für das Wärmenetz in Bad Saulgau wird eine neue Gesellschaft gegründet. Diese finanziert und betreibt das Wärmenetz. Die Mehrheit an der Gesellschaft werden die Stadtwerke Bad Saulgau halten. Als Partner kommen noch die Thüga Energie GmbH und die Thüga Energienetze GmbH dazu. Diese beiden werden zusammen mit weniger als 50 % beteiligt sein.

Aktuell ist geplant, dass das Vorhaben über 30 % Eigenkapital und 70 % Fremdkapital finanziert wird.

7.2 Kostenberechnung auf Grundlage der Entwurfsplanung nach DIN 276

Grundlage der Kostenberechnung stellen die, durch die Fachplaner ermittelten, Investitionsbedarfe dar. Hierzu sind zunächst die Baunebenkosten in Tabelle 7-1 zusammengefasst.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Tabelle 7-1: Baunebenkosten

Baunebenkosten	
Los 1 - Fachplanung Wärme, Strom, Luft, Koordinierung	
- davon Planung	1.551.207,05 €
- davon Sondergutachten Kamin	10.332,00 €
- davon Sondergutachten BImSchV, UVP	22.437,25 €
- davon Brandschutz	5.099,38 €
- davon SiGeKo	2.967,38 €
Los 2 - Planung Ingenieurbauwerke	1.686.756,96 €
Los 3 - Objektplanung	
- davon Objektplanung	923.599,02 €
- davon Tragwerksplanung	401.471,22 €
Los 4 - Fachplanung Geotechnik / Baugrunduntersuchung	185.525,00 €
Los 5 - Fachplanung Vermessung	71.750,00 €
Los 6 - Fachplanung Verkehr	191.675,00 €
Los 7 - Fachplanung IT	637.094,43 €
Los 8 - Projektsteuerung	799.500,00 €
Construction Management	426.600,90 €
SiGeKo	202.950,00 €
Zwischensumme Baunebenkosten	7.118.965,58 €

Die Tabelle 7-2 enthält die Zusammenstellung der Baukosten (ebenfalls nach Losen).

Tabelle 7-2: Baukosten

Baukosten	
Los 1	
KG 200 Herrichten und Erschließen	
KG 230 Nichtöffentliche Erschließung	48.995,00 €
KG 400 Bauwerk-Technische Anlagen	
KG 411 Abwasser	65.702,50 €
KG 412 Wasser (Einrichtungsgegenstände)	52.377,50 €
KG 412 Wasser (Durchlauferhitzer)	5.330,00 €
KG 420 Wärmeversorgungsanlagen	
KG 421 Wärmeversorgungsanlagen	
- Luft-Wasser-WP Heizzentrale	45.612,50 €
- Wasser-Wasser-WP Sonnenhoftherme	753.118,75 €
- Hackschnitzelkesselanlage	
- Kesselkomponenten	5.155.504,00 €
- Gewebefilter	898.371,50 €
- Kamine	245.385,00 €
- Redundanz der Wärmeerzeugung	
- Gaskessel (aktuell ohne Förderung geplant)	240.630,03 €
- Kamin (aktuell ohne Förderung geplant)	98.154,00 €
- Rohrleitungen, Pufferspeicher und Pumpen	2.934.698,00 €
KG 422 Wärmeverteilnetze	13.017,50 €
KG 423 Raumheizflächen	13.120,00 €
KG 429 Wärmeversorgung Sonstiges	19.987,50 €

Planungsbericht – BEW-Modul 1

KG 430 Lufttechnische Anlagen	
KG 431 Lüftungsanlagen	
- Lüftungsgeräte (Ventilatoren)	2.357,50 €
- Einbauteile, Kanäle (Leitwarte)	9.788,75 €
- Wetterschutzgitter, Kanäle (Kesselhäuser)	31.775,00 €
KG 440 Elektrische Anlagen	
KG 441 Hoch- und Mittelspannungsanlagen	568.875,00 €
KG 442 Eigenstromversorgungsanlagen	
- Dach-/Fassadenseitige PV-Installation	489.437,50 €
(aktuell ohne Förderung geplant)	
- Seilsicherungssystem zur Absturzsicherung Flachdach (aktuell ohne Förderung geplant)	23.985,00 €
- Netz- und Anlagenschutz + Wandlerzählung (aktuell ohne Förderung geplant)	25.625,00 €
- TÜV-Anlagenzertifizierung (aktuell ohne Förderung geplant)	15.375,00 €
- Anschlussmöglichkeit mobile Stromerzeugungsanlage	27.880,00 €
KG 443 Niederspannungsschaltanlagen	61.500,00 €
KG 444 Niederspannungsinstallationsanlagen	174.762,50 €
KG 445 Beleuchtungsanlagen	138.375,00 €
KG 446 Blitzschutz- und Erdungsanlagen	56.375,00 €
KG 450 Kommunikations-, sicherheits- & informationstechnische Anlagen	6.150,00 €
KG 460 Förderanlagen	739.312,00 €
KG 470 Nutzungsspezifische Anlagen	
KG 473 Medienversorgungsanlage	25.973,50 €
KG 480 Gebäudeautomation	
KG 481 Automationseinrichtungen	15.375,00 €
KG 500 Außenanlagen	
KG 540 Technische Anlagen in Außenanlagen	
- LKW-Waage	54.325,00 €
- Kamera-Überwachung	12.300,00 €

Los 2

KG 224 Fernwärmeversorgung	
- Tiefbauarbeiten	14.733.680,05 €
- Rohrleitungsbau Erdreich	18.782.707,83 €
- Rohrleitungsbau Gebäude	2.316.136,13 €
- Übergabestationen	3.884.545,00 €

Los 3

KG 300 Bauwerk-Baukonstruktion	6.516.138,20 €
--------------------------------	----------------

Los 6

KG 210 Baugelände freimachen	591.507,00 €
KG 241 Ausgleichsmaßnahmen	207.822,44 €
KG 361 Straßenverbreiterung Zufahrt	97.178,20 €
KG 379 Fundamente für Eingangstor, Waage	17.794,00 €
KG 410 S-Wasser, R-Wasser, Gas, Wasser	1.049.333,99 €
KG 450 Leerrohre für Breitband	- €
KG 522 Fläche Betriebsgelände	800.827,58 €
KG 524 Parkplätze	1.549,80 €

Planungsbericht – BEW-Modul 1

KG 531 Zaunanlage	54.874,40 €
Los 7	
01.01 Netzüberwachung	294.585,00 €
01.02 Anbindung Übergabestationen	543.892,68 €
01.03 Begleitkabelsystem (LWL)	3.723.972,55 €
01.04 Tiefbau LWL	514.085,16 €
01.05 Leittechnik	254.430,63 €
01.06 Übergeordnete Visualisierung	110.395,06 €
01.07 Kesselregelung Kesselregelung Hackgut	919.640,25 €
01.08 Kesselregelung Gas	18.695,30 €
01.09 Regelung Wärmepumpe SHT	92.506,25 €
01.10 Brennstoffanlieferung	10.762,50 €
01.11 Brennstoffmanagement	7.687,50 €
01.08 Überwachungssystem Gebäude/ Gelände	6.662,50 €
Zwischensumme Baukosten	68.620.960,51 €

Wie bereits im Rahmen der Machbarkeitsstudie erläutert wurde, möchte die Stadt Bad Saulgau die lokalen geothermischen Potenziale hinsichtlich einer Nutzbarmachung tiefergehend untersuchen lassen. Parallel zur Umsetzung des geplanten Fernwärmeprojekts (vorliegende Machbarkeitsstudie) soll eine umfangreiche Machbarkeitsprüfung „Zukunftsszenario Geothermie“ angefertigt werden. Hierzu werden 400.000,00 € in den Gesamtprojektkosten berücksichtigt. Die geothermischen Potenziale sollen in den kommenden 15 bis 20 Jahren erschlossen werden und langfristig den Biomasseanteil im Netz absenken. Eine Erhöhung des Geothermieanteils spart Biomasseressourcen und verbessert die CO₂-Bilanz.

Somit ergeben sich folgende Gesamtprojektkosten

Baunebenkosten	7.118.965,58 €
Baukosten	68.620.960,51 €
Machbarkeitsprüfung „Zukunftsszenario Geothermie“	400.000,00 €
Gesamtprojektkosten	76.139.926,09 €

Aktuell gehen wir von einer Förderung von 40 % für nahezu alle der oben genannten Positionen aus. Die nicht für eine Förderung berücksichtigten Positionen sind gekennzeichnet. Für die geplante Machbarkeitsprüfung „Zukunftsszenario Geothermie“ wurde ebenfalls keine Förderung berücksichtigt. Abzüglich der Förderung ergeben sich somit voraussichtlich Investitionskosten in Höhe von ca. 46 Mio. €.

7.3 Darlegung der wirtschaftlichen Umsetzbarkeit des Vorhabens

Tabelle 7-3 und Tabelle 7-4 zeigen die Wirtschaftlichkeit des Fernwärmeprojekts über 30 Jahre. Darin sind unter anderem die Investitions-, Energie-, Betriebskosten sowie die Einnahmen durch den Verkauf der Wärme, des Stroms aus der PV-Anlage etc. berücksichtigt.

Tabelle 7-3: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung über 30 Jahre (2026-2040)

Energiewirtschaftliche Bewertung - Energielieferung																
	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
	Laufendes Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Inflationierung	100,0%	102,0%	104,0%	106,1%	108,2%	110,4%	112,6%	114,9%	117,2%	119,5%	121,9%	124,3%	126,8%	129,4%	131,9%
Anlagenauslastung		10,0%	40,0%	70,0%	100,0%	100,0%	98,5%	97,0%	95,5%	94,0%	92,5%	91,0%	89,5%	88,0%	86,5%	85,0%
Jährliche Veränderung		0,0%	30,0%	30,0%	30,0%	0,0%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%
Anschlussgebühr	Euro	1.039.500	3.118.500	3.118.500	3.118.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wärmeerlöse																
Wärmemenge	kWhth	4.619.732	18.478.930	32.338.127	46.197.324	46.197.324	45.504.364	44.811.404	44.118.444	43.425.485	42.732.525	42.039.565	41.346.605	40.653.645	39.960.685	39.267.725
Wärmemischpreis	ct/kWhth	17,76	18,11	18,47	18,84	19,21	19,59	19,98	20,37	20,77	21,19	21,61	22,03	22,47	22,92	23,37
Wärmeerlöse gesamt	Euro	820.495	3.346.875	5.972.868	8.701.459	8.873.625	8.913.496	8.951.505	8.987.562	9.021.572	9.053.440	9.083.064	9.110.343	9.135.169	9.157.433	9.177.022
Stromerlöse (PV, KWK)																
Stromerlöse gesamt		457	27.733	25.512	23.377	23.400	23.527	23.651	23.773	23.893	24.010	24.125	24.238	24.348	24.456	24.561
Sonstige Erlöse (Betriebskostenförderung Wärmepumpe, Stromsteuerrückerstattung)																
Sonstige Erlöse gesamt	Euro	44.564	181.875	297.519	297.664	297.664	297.657	297.650	297.642	297.635	447	440	433	426	418	411
Summe Erlöse	Euro	865.517	3.556.484	6.295.899	9.022.501	9.194.689	9.234.679	9.272.806	9.308.977	9.343.100	9.077.898	9.107.630	9.135.014	9.159.943	9.182.308	9.201.995
Kosten																
Erdgaskosten	Euro	3.720	15.179	27.095	39.482	40.271	40.461	40.641	40.813	40.976	41.128	41.270	41.402	41.522	41.631	41.727
Holzkosten	Euro	128.164	522.910	933.394	1.360.088	1.387.290	1.393.810	1.400.036	1.405.954	1.411.548	1.416.804	1.421.705	1.426.236	1.430.379	1.434.118	1.437.434
Stromkosten WP/KM	Euro	49.462	201.869	360.451	525.395	536.072	538.761	541.337	543.795	546.128	548.331	550.397	552.321	554.094	555.711	557.165
Stromkosten Betriebsstrom	Euro	179.952	183.551	187.222	190.966	194.785	198.681	202.655	206.708	210.842	215.059	219.360	223.747	228.222	232.787	237.442
Energiebezug gesamt	Euro	361.298	923.509	1.508.161	2.115.931	2.158.419	2.171.713	2.184.670	2.197.270	2.209.494	2.221.322	2.232.733	2.243.706	2.254.218	2.264.247	2.273.768
Instandhaltung und Erneuerung KWK-Anlage	Euro/VBh	2,00%	400,00	1.357	5.536	9.881	14.398	14.686	14.755	14.821	14.884	14.943	14.999	15.050	15.098	15.142
Instandhaltung und Erneuerung Rest der Anlage	Euro	2,00%	742.047	742.047	756.888	772.026	787.466	803.215	819.280	835.665	852.379	869.426	886.815	904.551	922.642	941.095
Versicherung	Euro	2,00%	150.000	150.000	153.000	156.060	159.181	162.365	165.612	168.924	172.303	175.749	179.264	182.849	186.506	190.236
Personal allg. Verwaltung (0,5 Personen)	Euro	2,00%	50.000	50.000	51.000	52.020	53.060	54.122	55.204	56.308	57.434	58.583	59.755	60.950	62.169	63.412
Betriebspersonal (2 Personen)	Euro	2,00%	200.000	200.000	204.000	208.080	212.242	216.486	220.816	225.232	229.737	234.332	239.019	243.799	248.675	253.648
Kosten der Projektgesellschaft (0,5 Personen, Kauf	Euro	2,00%	130.000	130.000	132.600	135.252	137.957	140.716	143.531	146.401	149.329	152.316	155.362	158.469	161.639	164.871
Abrechnung (40€ pro Rechnung)	Euro	2,00%	27.720	27.720	28.274	28.840	29.417	30.005	30.605	31.217	31.842	32.478	33.128	33.791	34.466	35.156
Ascheentsorgung	Euro	2,00%	60.000	60.000	61.200	62.424	63.672	64.946	66.245	67.570	68.921	70.300	71.706	73.140	74.602	76.095
Leitwarte	Euro	2,00%	25.000	25.000	25.500	26.010	26.530	27.061	27.602	28.154	28.717	29.291	29.877	30.475	31.084	31.706
Marketing	Euro		50.000	40.000	30.000	20.000	10.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe Kosten	Euro	1.797.437	2.381.567	2.988.862	3.620.012	3.682.181	3.715.524	3.759.125	3.802.978	3.847.075	3.891.409	3.935.971	3.980.753	4.025.745	4.070.938	4.116.322
= Jahresergebnis vor AfA/Anschlussgebühr + Steu	Euro	-931.920	1.174.917	3.307.037	5.402.489	5.512.508	5.519.155	5.513.681	5.505.999	5.496.025	5.186.488	5.171.659	5.154.261	5.134.198	5.111.370	5.085.673
Abschreibung Reinvestition	Euro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- AfA	Euro	2.164.626	2.164.626	2.164.626	2.164.626	2.164.626	2.164.626	2.164.626	2.164.626	2.164.626	2.164.626	2.163.954	2.163.954	2.157.455	2.157.455	2.157.455
+ Anschlussgebühr-Auflösung	Euro	51.975	207.900	363.825	519.750	519.750	519.750	519.750	519.750	519.750	519.750	519.750	519.750	519.750	519.750	519.750
= Jahresergebnis vor Steuer		-3.044.571	-781.809	1.506.236	3.757.612	3.867.632	3.874.279	3.868.804	3.861.123	3.851.149	3.541.612	3.527.454	3.510.057	3.496.493	3.473.664	3.447.968
/ . Gewerbesteuer + Körperschaftssteuer	27,73%	-844.107	-216.757	417.604	1.041.798	1.072.301	1.074.144	1.072.626	1.070.496	1.067.731	981.912	977.987	973.163	969.403	963.073	955.949
= Jahresergebnis nach Steuern		-2.200.464	-565.052	1.088.632	2.715.814	2.795.331	2.800.135	2.796.178	2.790.627	2.783.418	2.559.700	2.549.468	2.536.893	2.527.090	2.510.591	2.492.019
+ Afa	Euro	2.164.626	2.164.626	2.164.626	2.164.626	2.164.626	2.164.626	2.164.626	2.164.626	2.164.626	2.164.626	2.163.954	2.163.954	2.157.455	2.157.455	2.157.455
- Anschlussgebühr-Auflösung	Euro	51.975	207.900	363.825	519.750	519.750	519.750	519.750	519.750	519.750	519.750	519.750	519.750	519.750	519.750	519.750
+ Anschlussgebühr	Euro	1.039.500	3.118.500	3.118.500	3.118.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Restbuchwert	Euro	39.761.872	34.686.646	29.767.345	28.122.469	26.477.593	24.832.717	23.187.841	21.542.964	19.898.088	18.253.212	16.609.008	14.964.804	13.327.099	11.689.393	10.051.688
= Zahlungsüberschuss n. St. + Anschlussgebühr	Euro	-46.719.243	3.030.687	4.510.174	6.007.933	4.360.691	4.440.207	4.445.012	4.441.055	4.435.503	4.428.294	4.204.576	4.193.672	4.181.098	4.164.795	4.148.296
	116%	108%	100%	93%	87%	80%	75%	70%	65%	60%	56%	52%	49%	45%	42%	39%
Diskontierter Zahlungsüberschuss	Euro	2.819.244	3.902.800	4.836.149	3.265.287	3.092.865	2.880.196	2.676.867	2.486.996	2.309.725	2.040.035	1.892.785	1.755.451	1.626.611	1.507.132	1.395.706
Kumuliert	Euro	-43.899.999	-39.997.199	-35.161.049	-31.895.762	-28.802.897	-25.922.701	-23.245.834	-20.758.837	-18.449.112	-16.409.078	-14.516.292	-12.760.841	-11.134.231	-9.627.099	-8.231.392

Tabelle 7-4: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung über 30 Jahre (2041-2055)

Energiewirtschaftliche Bewertung - Energielieferung																	
		2025	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055
	Laufendes Jahr	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	Inflationierung	134,6%	137,3%	140,0%	142,8%	145,7%	148,6%	151,6%	154,6%	157,7%	160,8%	164,1%	167,3%	170,7%	174,1%	177,6%	
Anlagenauslastung		83,5%	82,0%	80,5%	79,0%	77,5%	76,0%	74,5%	73,0%	71,5%	70,0%	68,5%	67,0%	65,5%	64,0%	62,5%	
Jährliche Veränderung		-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	-1,5%	
Anschlussgebühr	Euro	1.039.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wärmeerlöse																	
Wärmemenge	kWhth	38.574.766	37.881.806	37.188.846	36.495.886	35.802.926	35.109.966	34.417.006	33.724.047	33.031.087	32.338.127	31.645.167	30.952.207	30.259.247	29.566.287	28.873.328	
Wärmemischpreis	ct/kWhth	23,83	24,31	24,79	25,28	25,78	26,29	26,82	27,35	27,89	28,44	29,01	29,59	30,17	30,77	31,38	
Wärmeerlöse gesamt	Euro	9.193.821	9.207.708	9.218.559	9.226.249	9.230.644	9.231.610	9.229.007	9.222.692	9.212.516	9.198.327	9.179.968	9.157.277	9.130.089	9.098.230	9.061.526	
Stromerlöse (PV, KWK)																	
Stromerlöse gesamt		24.664	24.764	24.861	24.955	25.047	5.164	5.163	5.160	5.155	5.148	5.139	5.127	5.112	5.095	5.075	
Sonstige Erlöse (Betriebskostenförderung Wärmepumpe, Stromsteuerrückerstattung)																	
Sonstige Erlöse gesamt	Euro	404	397	389	382	375	368	360	353	346	339	331	324	502.091	500.541	498.721	
Summe Erlöse	Euro	9.218.889	9.232.868	9.243.810	9.251.586	9.256.066	9.237.142	9.234.531	9.228.205	9.218.017	9.203.814	9.185.438	9.162.728	9.637.292	9.603.866	9.565.322	
Kosten																	
Erdgaskosten	Euro	41.811	41.881	41.937	41.978	42.005	42.016	42.010	41.988	41.948	41.889	41.811	41.713	41.595	41.455	41.293	
Holzkosten	Euro	1.440.309	1.442.724	1.444.659	1.446.095	1.447.010	1.447.383	1.447.193	1.446.416	1.445.029	1.443.008	1.440.328	1.436.964	1.432.889	1.428.076	1.422.498	
Stromkosten WP/KM	Euro	558.447	559.551	560.469	561.193	561.715	562.025	562.116	561.979	561.603	560.980	560.100	558.952	557.527	555.813	553.798	
Stromkosten Betriebsstrom	Euro	242.191	247.035	251.976	257.015	262.156	267.399	272.747	278.202	283.766	289.441	295.230	301.134	307.157	313.300	319.566	
Energiebezug gesamt	Euro	2.282.758	2.291.190	2.299.041	2.306.281	2.312.885	2.318.823	2.324.066	2.328.584	2.332.345	2.335.318	2.337.469	2.338.764	2.339.168	2.338.644	2.337.156	
Instandhaltung und Erneuerung KWK-Anlage	Euro/VBh	2,00%	400,00	15.247	15.273	15.293	15.309	15.318	15.322	15.320	15.312	15.297	15.276	15.248	15.212	15.169	15.059
Instandhaltung und Erneuerung Rest der Anlage	Euro	2,00%	742.047	998.697	1.018.671	1.039.045	1.059.826	1.081.022	1.102.643	1.124.696	1.147.189	1.170.133	1.193.536	1.217.407	1.241.755	1.266.590	1.291.922
Versicherung	Euro	2,00%	150.000	201.880	205.918	210.036	214.237	218.522	222.892	227.350	231.897	236.535	241.266	246.091	251.013	256.033	261.154
Personal allg. Verwaltung (0,5 Personen)	Euro	2,00%	50.000	67.293	68.639	70.012	71.412	72.841	74.297	75.783	77.299	78.845	80.422	82.030	83.671	85.344	87.051
Betriebspersonal (2 Personen)	Euro	2,00%	200.000	269.174	274.557	280.048	285.649	291.362	297.189	303.133	309.196	315.380	321.687	328.121	334.684	341.377	348.205
Kosten der Projektgesellschaft (0,5 Personen, Kauf	Euro	2,00%	130.000	174.963	178.462	182.031	185.672	189.385	193.173	197.037	200.977	204.997	209.097	213.279	217.544	221.895	226.333
Abrechnung (40€ pro Rechnung)	Euro	2,00%	27.720	37.307	38.054	38.815	39.591	40.383	41.190	42.014	42.855	43.712	44.586	45.478	46.387	47.315	48.261
Ascheentsorgung	Euro	2,00%	60.000	80.752	82.367	84.014	85.695	87.409	89.157	90.940	92.759	94.614	96.506	98.436	100.405	102.413	104.461
Leitwarte	Euro	2,00%	25.000	33.647	34.320	35.006	35.706	36.420	37.149	37.892	38.649	39.422	40.211	41.015	41.835	42.672	43.526
Marketing	Euro		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe Kosten	Euro		4.161.885	4.207.618	4.253.509	4.299.545	4.345.715	4.392.003	4.438.398	4.484.885	4.531.448	4.578.071	4.624.740	4.671.436	4.718.142	4.764.840	4.811.510
= Jahresergebnis vor AfA/Anschlussgebühr + Steu																	
	Euro		5.057.003	5.025.250	4.990.301	4.952.041	4.910.351	4.845.138	4.796.132	4.743.321	4.686.570	4.625.742	4.560.698	4.491.292	4.919.150	4.839.026	4.753.812
Abschreibung Reinvestition	Euro		0	0	0	0	0	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000
- AfA	Euro		1.805.302	1.805.302	1.805.302	1.805.302	1.805.302	1.091.436	1.091.436	1.091.436	1.091.436	1.091.436	1.084.382	1.084.382	1.084.382	1.084.382	1.084.382
+ Anschlussgebühr-Auflösung	Euro		519.750	519.750	519.750	519.750	519.750	467.775	311.850	155.925	0	0	0	0	0	0	0
= Jahresergebnis vor Steuer			3.771.451	3.739.698	3.704.749	3.666.489	3.624.799	4.221.477	4.016.546	3.807.810	3.595.133	3.534.306	3.476.316	3.406.910	3.834.767	3.754.644	3.669.429
/ . Gewerbesteuer + Körperschaftssteuer	27,73%		1.045.635	1.036.831	1.027.142	1.016.534	1.004.976	1.170.404	1.113.587	1.055.715	996.751	979.886	963.809	944.566	1.063.189	1.040.975	1.017.349
= Jahresergebnis nach Steuern			2.725.817	2.702.867	2.677.607	2.649.955	2.619.824	3.051.072	2.902.959	2.752.094	2.598.383	2.554.420	2.512.507	2.462.344	2.771.578	2.713.669	2.652.080
+ AfA	Euro		1.805.302	1.805.302	1.805.302	1.805.302	1.805.302	1.091.436	1.091.436	1.091.436	1.091.436	1.091.436	1.084.382	1.084.382	1.084.382	1.084.382	1.084.382
- Anschlussgebühr-Auflösung	Euro		519.750	519.750	519.750	519.750	519.750	467.775	311.850	155.925	0	0	0	0	0	0	0
+ Anschlussgebühr	Euro	1.039.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Restbuchwert	Euro		8.766.136	7.480.585	6.195.033	4.909.481	23.623.930	23.000.268	22.220.682	21.285.171	20.193.735	19.102.298	18.017.916	16.933.534	15.849.151	14.764.769	13.680.386
= Zahlungsüberschuss n. St. + Anschlussgebühr	Euro		-46.719.243	4.011.368	3.988.418	3.963.159	3.935.507	-16.094.625	3.674.734	3.682.545	3.687.606	3.689.819	3.645.856	3.596.890	3.546.726	3.855.960	3.798.051
		116%	108%	100%	31%	29%	27%	25%	24%	22%	20%	19%	18%	16%	15%	14%	13%
Diskontierter Zahlungsüberschuss	Euro		1.261.122	1.166.425	1.078.175	995.955	-3.788.886	804.726	750.174	698.795	650.432	597.844	548.665	503.268	508.974	466.354	1.989.370
Kumuliert	Euro		-6.970.270	-5.803.845	-4.725.670	-3.729.715	-7.518.601	-6.713.875	-5.963.702	-5.264.907	-4.614.475	-4.016.631	-3.467.966	-2.964.698	-2.455.724	-1.989.370	0

8 Zeit- und Ressourcenplan

Die geplante Maßnahme soll in einem Maßnahmenpaket (4 Jahre) umgesetzt werden. Die Maßnahme wurde hierzu in vier Bauabschnitte eingeteilt. Hierzu wurde ein Zeit- und Ressourcenplan erstellt. Zunächst werden mit den Betrachtungen zur stufenweisen Installation der Biomassekessel und zu den geplanten Bauabschnitten des Wärmenetzes zwei wesentliche Planungsgrundlagen vorgestellt.

8.1 Bauabschnitte Heizzentrale: Stufenweise Installation der Biomassekessel

Die Frage/Wahl bezüglich der Installation des ersten Hackgutkessels stellt sich aus technischer Sicht im ersten und bezüglich der Installation des zweiten Hackgutkessels im 3. Ausbaujahr.

Im 1. Ausbaujahr stünden nach Installation der Großwärmepumpe in der Sonnenhof-Therme inkl. bestehender fossiler Erzeuger 7,73 MW installierte Leistung einer voraussichtlichen Anschlussleistung von 8,32 MW gegenüber. Das erste Jahr Wärmelieferung könnte somit gänzlich ohne Hackgutkessel erfolgen.

Im 2. Ausbaujahr muss zur Deckung des Wärme- und Leistungsbedarfs ein Hackschnitzelkessel installiert werden. Im 3. Ausbaujahr stünden nach Installation des ersten Hackgutkessels inkl. bestehender fossiler Erzeuger 15,85 MW installierte Leistung einer voraussichtlichen Anschlussleistung von 22,65 MW gegenüber. Es ist davon auszugehen, dass dieses Verhältnis (Gleichzeitigkeit) von 70 % zzgl. dem Puffer-Volumen von 480 m³ für eine sichere Wärmeversorgung ausreicht. Alleine die Pufferspeicher stellen ohne Netzvolumen eine maximale Reserve von 14,1 MW bzw. 7,1 MW über die Dauer von 2 h bzw. 4 h zur Verfügung. Es würden im 3. Jahr der Wärmelieferung ohne den zweiten Hackgutkessel rund 3,9 MWh Erdgas-Mehrbezug anfallen. Die Installation der 2. Hackgutanlage könnte theoretisch in das 4. Ausbaujahr verschoben werden.

Nun stellt sich die Frage, ob durch die schrittweise Installation wirtschaftliche Vorteile erzielt werden können. Unabhängig der techn. Notwendigkeit einer Investition (der Biomasseanlagen) kann davon ausgegangen werden, dass die jährliche Teuerung seitens der Hersteller (Inflationsausgleich) für eine vermiedene Investition in derselben Rate zunimmt, wie Zinskosten einer vorgezogenen Investition. Beide Raten orientieren sich mehr oder weniger am selben Leitzins. D. h. unter der Prämisse, dass eine technische Anlage nur angeschafft, nicht aber verwendet wird und demnach nicht die Annuität als Kapitalkosten, sondern lediglich der Zins angesetzt wird, halten sich Zins und Teuerung die Waage und es ergibt sich kein Vorteil aus einer in die Zukunft verschobenen Investition (Jahr 2). Im Falle der Hackgutkessel für die Heizzentrale müssen bzgl. einer schrittweisen Installation zudem Mehrkosten für das Öffnen des Kesselhausdaches als auch der Wegfall des Mengenrabatts berücksichtigt werden. Von einer schrittweisen Installation der Hackgutkessel wird abgesehen.

8.2 Bauabschnitte Wärmenetz

Die Einteilung der Bauabschnitte erfolgt durch die Priorisierung der zugesagten Wärmelieferungen einzelner Ankerkunden, in Abstimmung mit den Trägern öffentlicher Belange, unter anderem dem Ordnungsamt (Verkehrsregelung), dem Bauamt (Sanierungsmaßnahmen Straßenoberflächen) und den Stadtwerken (Sanierung Kanal, Wasser etc.). Ebenso ist eine schnelle Entlastung der bestehenden Wärmenetze bzw. fossilen Wärmeerzeugungen anzustreben. Die Bauabschnitte sind in Abbildung 8-1 kartografiert.

Planungsbericht – BEW-Modul 1

- 1. Ausbaujahr** Hauptleitung von Heizzentrale Neu bis Heizzentrale Sonnenhof-Therme
Einbindung Bestandsnetz „Kliniken“
Anschluss Zieglersche Kliniken
Anschluss Wärmeabnehmer entlang der Haupttrasse
Erschließung Quartier „Schulgebiet LRA“
- 2. Ausbaujahr** Erschließung Quartiere „Seewatten“, Wohngebiet „Am Roßgarten“
Hauptleitung zu bestehender Heizzentrale „Breckenmacher-Schule/Hallenbad“
Einbindung, hydraulische Trennung Bestandsnetz „Schützen-/Schulstraße“
Anschluss 4-Feld-Halle
- 3. Ausbaujahr** Resterschließung Quartier „Südlich Buchauer Straße“
Erschließung östlich/westlich Kaiserstraße der Quartiere „Liebfrauenstraße“ sowie „Wohn- und Kernstadtgebiet“
- 4. Ausbaujahr** Erschließung Altstadt „Wohn- und Kernstadtgebiet“
Erschließung Quartier „Wohn- und Gewerbegebiet“

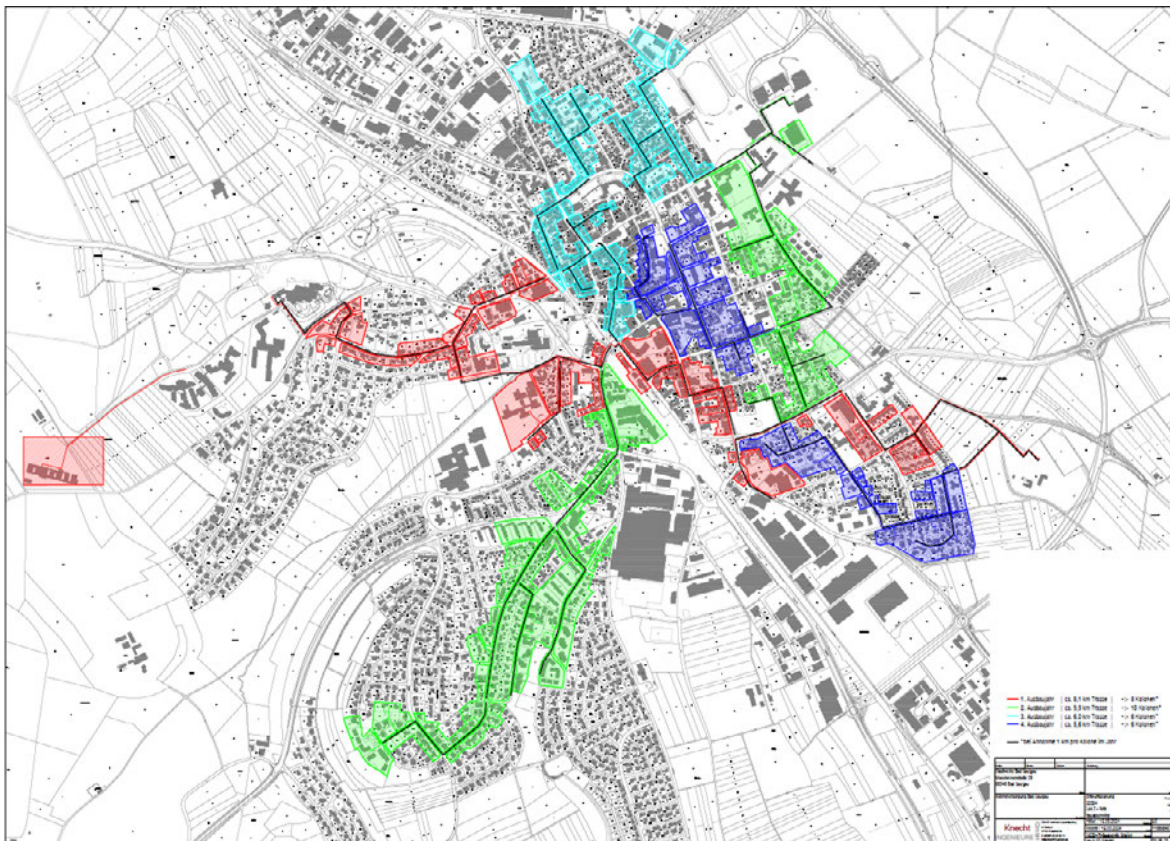


Abbildung 8-1: Bauabschnitte Wärmenetz

Planungsbericht – BEW-Modul 1

8.3 Meilenstein- und Ressourcenplan

In Tabelle 8-1 sind die Personalressourcen aufgelistet. Ein Teil der Leistung wird von den Stadtwerken erbracht (siehe Intern). Externe Leistungen werden ausgeschrieben.

Tabelle 8-1: Personalressourcen

Intern – Stadtwerke Bad Saulgau	
Bauherr	Projektleitung
Bauherr	Stellvertretende Projektleitung
Bauherr	Betriebsleitung
Bauherr	Marketing, Vertrieb, Öffentlichkeitsarbeit
Bauherr	Finanzwirtschaft und Rechnungswesen
Extern – Leistungen werden ausgeschrieben	
Rechtsberatung	Rechtsanwalt
Fördermittelmanagement	Fachbüro
Öffentlichkeitsarbeit	Fachbüro
Projektsteuerung, -management	Fachbüro
Planung	Anlagenbau: Heizwerk, weitere Wärmeerzeuger, Strom, Luft
Planung	Objektplanung Gebäude Heizwerk
Planung	Tragwerksplanung Gebäude Heizwerk, Prüfstatiker
Planung	Verkehrsanlagen Heizwerk
Planung	Ingenieurbauwerke, Leitungs- & Tiefbau Leitungstrassen
Planung	IT, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik
Planung / Ausführung	Geotechnik /Baugrunduntersuchung
Planung / Ausführung	Vermessung
Planung / Ausführung	Brandschutzgutachter (bei Bedarf)
Planung / Ausführung	Blitzschutzgutachter (bei Bedarf)
Planung / Ausführung	Prüfstatiker
Planung / Ausführung	Bauüberwachung / Bauleitung
Ausführung	Anlagenbau: Heizwerk, weitere Wärmeerzeuger, Strom, Luft
Ausführung	Bau Gebäude Heizwerk
Ausführung	Verkehrsanlagen Heizwerk
Ausführung	Ingenieurbauwerke, Leitungs- & Tiefbau Leitungstrassen
Ausführung	Installation IT, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Tabelle 8-2 zeigt eine Übersicht mit den wichtigsten Meilensteinen im Zuge der Projektumsetzung. Derzeit sind noch viele planerische Details unklar. Daher sind die angegebenen Intervalle (Start/Ende/Länge) als Richtwerte zu verstehen, die im Projektverlauf stets auf die geänderten Bedingungen angepasst werden (müssen). Der detaillierte Meilensteinplan ist im Anhang „SWBS-PB Projektterminplan“ enthalten.

Tabelle 8-2: Übersicht Meilensteinplanung

Stadtwerke Bad Saulgau - Wärmeversorgung	04.11.2024	02.08.2029
Meilensteine BEW-Fördermodul 2 / LPH 5-8	04.12.2024	07.05.2029
Gründung Betreibergesellschaft	04.12.2024	04.12.2024
Einreichung Förderantrag	04.12.2024	04.12.2024
Bewilligung vorzeitiger Maßnahmenbeginn	10.01.2025	10.01.2025
Start - Bewilligungszeitraum Modul 2	07.05.2025	07.05.2025
Ende - Bewilligungszeitraum Modul 2	07.05.2029	07.05.2029
Vergabe Planungsleistungen	08.05.2025	08.05.2025
KickOff Ausführungsplanung LPH 5	16.05.2025	16.05.2025
Vergabe Leistungen zur Bauausführung	09.10.2025	09.10.2025
KickOff Heizzentrale und Bauabschnitt 1	21.10.2025	21.10.2025
Erste Wärmelieferung	01.09.2026	01.09.2026
Bauabschnitt 2 - Beginn Betriebsphase	06.08.2027	06.08.2027
Bauabschnitt 3 - Beginn Betriebsphase	27.04.2028	27.04.2028
Bauabschnitt 4 - Beginn Betriebsphase	01.12.2028	01.12.2028
Projektende	07.05.2029	07.05.2029

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Vereinfachtes Schema Rauchgaskondensation	10
Abbildung 1-2: Schema WP Sonnenhof-Therme Sommerfall	12
Abbildung 1-3: Schema WP Sonnenhof-Therme Winterfall.....	12
Abbildung 1-4: Ist-Zustand GB2.....	14
Abbildung 1-5: Ausbauplan TEWS im Bohrloch GB2	15
Abbildung 1-6: Ansicht Heizzentrale mit Pufferspeichern	17
Abbildung 1-7: Jahresdauerlinie Wärmeerzeugung.....	18
Abbildung 1-8: Einbindung der Heizzentralen	19
Abbildung 2-1: Lage Heizzentrale und Abbaukante Kiesgrube (gemäß Luftbild aus 1968)	20
Abbildung 2-2: Ansichten SO (oben) und NO (unten)	21
Abbildung 2-3: Grundriss Erdgeschoss.....	22
Abbildung 2-4: Grundriss 1. Obergeschoss	22
Abbildung 2-5: Grundriss 2. Obergeschoss	23
Abbildung 2-6: Schematische Darstellung zur Erweiterungsoption.....	24
Abbildung 2-7: Lageplan Sammelgruben	25
Abbildung 2-8: Lastgang Verbrennungswärmeleistung und daraus resultierende Anzahl an Brennstofflieferungen	27
Abbildung 2-9: 3D-Modell	29
Abbildung 3-1: Trassenverlauf mit Anschlussnehmern "West"	30
Abbildung 3-2: Trassenverlauf mit Anschlussnehmern "Ost"	31
Abbildung 3-3: Vereinfachtes Schema Übergabestation	32
Abbildung 4-1: Übersichtsplan Trassenlängen.....	35
Abbildung 4-2: Übersichtsplan Rohrleitungsdurchmesser.....	36
Abbildung 4-3: Temperaturverlauf im Wärmenetz (Vor- und Rücklauf)	41
Abbildung 4-4: Druckverlauf im Wärmenetz (Vor- und Rücklauf)	41
Abbildung 4-5: Fließgeschwindigkeiten (links) und Massenstrom (rechts) im Wärmenetz	41
Abbildung 4-6: Übertragene Leistung (links) und Wärmeverlust pro Meter (rechts) im Wärmenetz.....	41
Abbildung 4-7: Verortung der drei Schlechtpunkte im Netz.....	42
Abbildung 4-8: Verortung der drei Heizzentralen	43
Abbildung 5-1: Beispiel Visualisierung, Quelle: Fa. Copa Data	49

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Abbildung 5-2: Beispiel Leckage-Überwachung, Quelle: Fa. Copa Data	49
Abbildung 5-3: Beispiel Visualisierung Anschlussnehmer in einem Katasterplan, Quelle: Fa. Aqotec.....	50
Abbildung 5-4: Visualisierung/Überwachung Komponenten einer Heizzentrale, Quelle: Fa. Aqotec.....	50
Abbildung 5-5: Schema Struktur Glasfasernetz.....	53
Abbildung 5-6: Backbone: Heizzentralen, Stadtwerke und PoP	54
Abbildung 6-1: Verortung der geplanten Maßnahmen	56
Abbildung 6-2: Lage der geologischen Profilschnitte.....	57
Abbildung 6-3: Lageplan geplante Fernwärmeleitung und der Baugrundaufschlüsse	58
Abbildung 6-4: Untersuchungsgebiet Kampfmittelprüfung.....	60
Abbildung 6-5: Auszug aus den Planungsunterlagen: Brandmeldeanlagen (links) und Blitzschutz (rechts)	61
Abbildung 6-6: Übersicht Heizzentrale.....	64
Abbildung 6-7: Bauantrag – Lageplan (links) und Entwässerung (rechts).....	66
Abbildung 8-1: Bauabschnitte Wärmenetz	74

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Auflistung der förderfähigen Wärmeerzeuger	8
Tabelle 1-2: Betriebsmodi der Großwärmepumpe	12
Tabelle 1-3: Ergebnisse Auslegung Großwärmepumpe	12
Tabelle 1-4: Übersicht zur Weiternutzung fossiler Bestandsanlagen	16
Tabelle 1-5: Auflistung Pufferspeicher im Bestand	16
Tabelle 1-6: Auflistung neue Pufferspeicher	17
Tabelle 2-1: Mögliche PV-Nutzung	29
Tabelle 2-2: Zusammenstellung relevanter Stromverbrauchs- und PV-Erzeugungsdaten	29
Tabelle 3-1: Übersicht potenzielle Abnehmer	30
Tabelle 3-2: Wärme- und Leistungsbedarf in den einzelnen Quartieren	31
Tabelle 3-3: Größenklassen Übergabestationen	32
Tabelle 3-4: Betriebstemperaturen an der Wärmeübergabestation	33
Tabelle 3-5: Auslegungstemperaturen an der Wärmeübergabestation	33
Tabelle 4-1: Trassenlängen Wärmeverteilung	34
Tabelle 4-2: Trassenlängen Hausanschlüsse	34
Tabelle 4-3: Rohrleitungsdimensionen mit Längenangaben	36
Tabelle 4-4: Netztemperaturen Fernwärmeversorgung	37
Tabelle 4-5: Auflistung der Pumpen in der Heizzentrale Neu	37
Tabelle 4-6: Rohrmaterial	39
Tabelle 4-7: Technische Parameter	40
Tabelle 4-8: Wärmesenken	40
Tabelle 4-9: Ergebnisse Netzsimulation (Neubaunetz und Bestandsnetze)	40
Tabelle 4-10: Wärmeverluste im Fernwärmenetz (Neu und Bestand)	40
Tabelle 4-11: Übersicht der drei Schlechtpunkte im Netz	42
Tabelle 4-12: Übersicht der drei Heizzentralen	43
Tabelle 6-1: Übersicht vorbereitende Maßnahmen und Gutachten	54
Tabelle 6-2: Geplante Maßnahmen Artenschutz	55
Tabelle 6-3: Übersicht erforderliche Genehmigungen	62
Tabelle 7-1: Baunebenkosten	68
Tabelle 7-2: Baukosten	68

Planungsbericht – BEW-Modul 1

Tabelle 7-3: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung über 30 Jahre (2026-2040)	71
Tabelle 7-4: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung über 30 Jahre (2041-2055)	72
Tabelle 8-1: Personalressourcen	75
Tabelle 8-2: Übersicht Meilensteinplanung	76



Landratsamt Sigmaringen / Postfach 14 62 / 72484 Sigmaringen

Stadtwerke Bad Saulgau
Moosheimer Straße 28
88348 Bad Saulgau

Umwelt und Arbeitsschutz

Katharina Hoffmann
Tel: 07571 102-2345
Fax: 07571 102-2399
Katharina.Hoffmann@LRASIG.DE

Sigmaringen, 18.02.2025
Unser Zeichen: IV/41.3-2410520-
HoK

Antrag auf Genehmigung für die Errichtung und den Betrieb einer immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlage gem. §§ 4, 19 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) im vereinfachten Verfahren.

Antragsteller: Stadtwerke Bad Saulgau
Moosheimer Straße 28
88348 Bad Saulgau

Projekt: Heizzentrale Bad Saulgau

Vorhaben: Errichtung und Betrieb einer Hackschnitzelfeuerungsanlage, bestehend aus zwei baugleichen Hackgutkesselanlagen mit je einer Feuerungswärmeleistung von 9,1 MW, einem Input von maximal 3 Tonnen je Stunde sowie einer Anlage zur Brennstoff-Zwischenlagerung mit einer Kapazität von maximal 1.200 Tonnen inkl. folgender Nebenanlagen:
- WW-Erdgaskessel mit 8.000 kW Nennwärmeleistung (Redundanz)

Ort: Bad Saulgau,
Lage: Gemarkung Saulgau, Flurstück 878, 879

hier: Ihr Antrag auf Erteilung einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung gem. §§ 4, 19 BImSchG vom 15.10.2024

Sehr geehrte Damen und Herren,

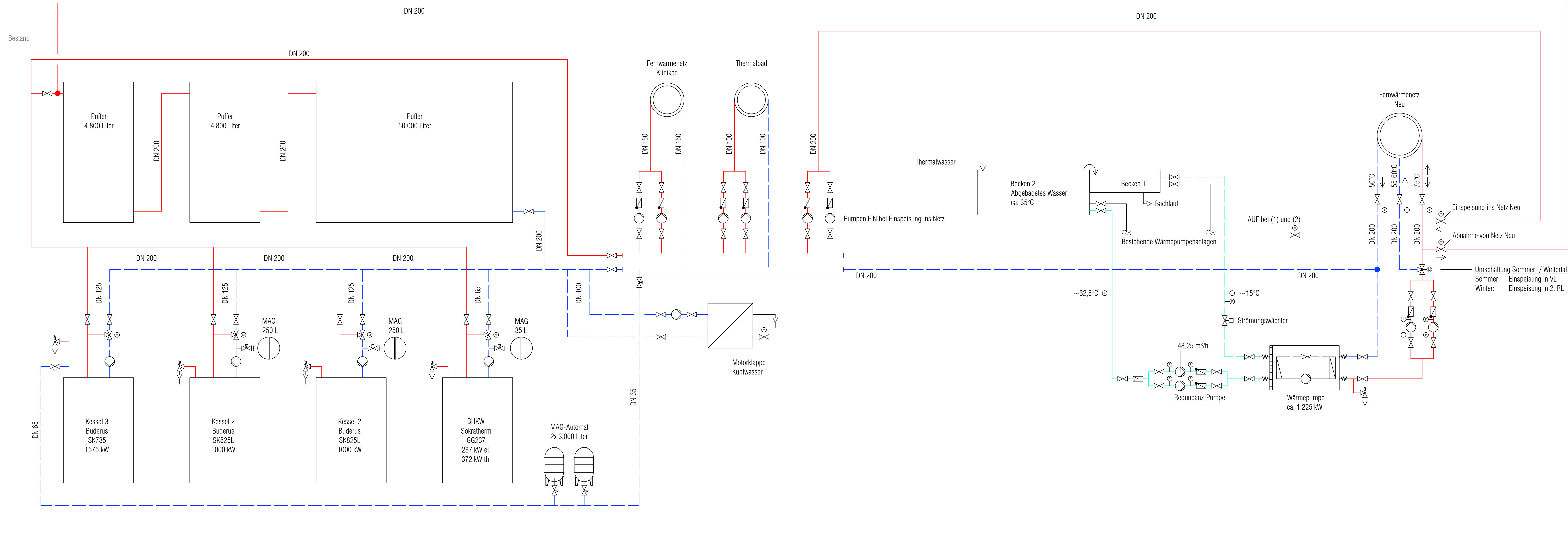
bezugnehmend auf Ihr o. g. Vorhaben möchten wir Ihnen mitteilen, dass dieses unter Vorbehalt noch ausstehender Stellungnahmen beteiligter Träger öffentlicher Belange gem. § 6 BImSchG immissionsschutzrechtlich genehmigungsfähig ist.

Bis zum aktuellen Zeitpunkt konnten keine, einer Genehmigung entgegenstehenden Belange identifiziert werden.

Mit freundlichen Grüßen

Katharina Hoffmann

SWBS-PB Schaltschema Sonnenhof-Therme



Index	Name	Datum	Änderung
1	Stadtwerke Bad Saulgau Moosheimerstraße 28 88348 Bad Saulgau		
2	Wärmeversorgung Bad Saulgau		Entwurfsplanung 22324 Los 1 - Heizzentrale Einbindung Sonnenhoftherme
3	Hilbert / 03.05.2024 Knecht / 03.05.2024 E 22324-H2 Sonnenhoftherme XXX cvs-ALXS (Katalster)		1946x840 30.08.23

SWBS-PB Kundendatei Wärmenetz

Anschlussquoten										Legende		in Betrieb/ Bestand	
Städtische Gebäude / Interessenten										100%			in Betrieb/ Bestand
Großabnehmer										75%			Fix bzw. Zugesagt
Kleinabnehmer										50%			Interesse
Nr. Plan	Straße	Hs.Nr.	Nutzungsart, Grundlage Berechnungsdaten	Durchschnitt MWh/a	BNh	Leistung Gesamt	Anschluss	Jahresnutz- Wirkungsgrad	Leistung-FW Berechnet in kW	Endenergie FW in kwh			
Südlich Buchmacherstraße													
	Schloßbergstraße	3	Wohnen		2.000	146,7	75%	80%	88,0	176.076			
	Schloßbergstraße	5	Wohnen		2.000	215,4	75%	80%	129,2	258.456			
	Schloßbergstraße	37	Wohnen		2.100	9,2	50%	80%	3,7	7.728			
	Schloßbergstraße	39	Wohnen		2.100	7,2	50%	80%	2,9	6.010			
	Schloßbergstraße	40	Wohnen		2.100	12,3	50%	80%	4,9	10.298			
	Schloßbergstraße	41	Wohnen		2.100	14,8	50%	80%	5,9	12.468			
	Schloßbergstraße	42	Wohnen		2.100	14,0	50%	80%	5,6	11.788			
	Schloßbergstraße	45	Wohnen		2.100	19,6	50%	80%	7,8	16.482			
	Schloßbergstraße	46	Wohnen		2.100	33,6	50%	80%	13,4	28.222			
	Schloßbergstraße	49	Wohnen		2.100	10,4	50%	80%	4,1	8.704			
	Schloßbergstraße	50	Wohnen		2.100	17,3	50%	80%	6,9	14.538			
	Schloßbergstraße	54	Wohnen		2.100	8,8	50%	80%	3,5	7.390			
	Schloßbergstraße	60	Wohnen		2.100	17,8	50%	80%	7,1	14.926			
	Schloßbergstraße	62/1	Wohnen		2.100	6,0	50%	80%	2,4	5.051			
	Schloßbergstraße	64	Wohnen		2.100	9,9	50%	80%	4,0	8.350			
	Schloßbergstraße	66	Wohnen		2.100	9,5	50%	80%	3,8	7.954			
	Schloßbergstraße	68	Wohnen		2.100	10,3	50%	80%	4,1	8.673			
	Schloßbergstraße	70/1	Wohnen		2.100	4,8	50%	80%	1,9	4.040			
	Schloßbergstraße	72	Wohnen		2.100	16,7	50%	80%	6,7	14.017			
	Schloßbergstraße	74	Wohnen		2.100	11,1	50%	80%	4,4	9.312			
	Schloßbergstraße	76/1	Wohnen		2.100	9,0	50%	80%	3,6	7.567			
	Schloßbergstraße	76	Wohnen		2.100	5,1	50%	80%	2,1	4.322			
	Schloßbergstraße	78/1	Wohnen		2.100	6,1	50%	80%	2,5	5.147			
	Schloßbergstraße	78	Wohnen		2.100	6,2	50%	80%	2,5	5.179			
	Schloßbergstraße	80	Wohnen		2.100	8,9	50%	80%	3,6	7.459			
	Schloßbergstraße	82	Wohnen		2.100	14,1	50%	80%	5,7	11.886			
	Schloßbergstraße	84	Wohnen		2.100	6,3	50%	80%	2,5	5.325			
	Schloßbergstraße	86	Wohnen		2.100	15,7	50%	80%	6,3	13.168			
	Schloßbergstraße	88	Wohnen		2.100	16,7	50%	80%	6,7	14.002			
	Schloßbergstraße	90	Wohnen		2.100	6,2	50%	80%	2,5	5.186			
	Schloßbergstraße	38	Wohnen		2.100	9,2	50%	80%	2,2	4.618			
	Schloßbergstraße	40	Wohnen		2.100	12,3	50%	80%	2,9	6.179			
	Schloßbergstraße	35/1	Wohnen		2.100	7,8	50%	80%	2,9	6.525			
	Schloßbergstraße	35	Wohnen		2.100	11,4	50%	80%	4,5	9.551			
	Schloßbergstraße	23	Wohnen		2.100	9,0	50%	80%	2,2	4.528			
	Schloßbergstraße	25	Wohnen		2.100	5,2	50%	80%	1,2	2.603			
	Schloßbergstraße	10/2	Wohnen		2.100	20,2	50%	80%	8,1	16.964			
	Schloßbergstraße	10/3	Wohnen		2.100	14,5	50%	80%	5,8	12.161			
	Schloßbergstraße	10	Wohnen		2.100	17,2	50%	80%	6,9	14.441			
	Schloßbergstraße	13	Wohnen		2.100	11,4	50%	80%	4,6	9.593			
	Schloßbergstraße	14/1	Wohnen		2.100	12,4	50%	80%	5,0	10.414			
	Schloßbergstraße	14	Wohnen		2.100	11,7	50%	80%	4,7	9.840			
	Schloßbergstraße	15	Wohnen		2.100	9,7	50%	80%	3,9	8.144			
	Schloßbergstraße	16/1	Wohnen		2.100	13,3	50%	80%	5,3	11.146			
	Schloßbergstraße	16/2	Wohnen		2.100	11,9	50%	80%	4,7	9.966			
	Schloßbergstraße	16/3	Wohnen		2.100	11,9	50%	80%	4,7	9.966			
	Schloßbergstraße	16	Wohnen		2.100	10,2	50%	80%	4,1	8.552			
060	Schloßbergstraße	12/2	Wohnen		2.100	15,1	100%	80%	12,1	25.375			
071	Schloßbergstraße	12	Wohnen		2.100	19,0	100%	80%	15,2	32.001			
179	Schloßbergstraße	14/2	Wohnen		2.100	11,3	100%	80%	9,1	19.014			
109	Schloßbergstraße	17	Wohnen		2.100	19,9	100%	80%	15,9	33.492			
137	Schloßbergstraße	62	Wohnen		2.100	6,0	100%	80%	4,8	10.102			
144	Schloßbergstraße	43/1	Wohnen		2.100	6,0	100%	80%	4,8	10.151			
155	Schloßbergstraße	43	Wohnen		2.100	6,0	100%	80%	4,8	10.151			
224	Schloßbergstraße	92	Wohnen		2.100	4,2	100%	80%	3,4	7.078			
378	Schloßbergstraße	44	Wohnen		2.100	10,3	100%	80%	8,2	17.254			
380	Schloßbergstraße	70	Wohnen		2.100	4,8	100%	80%	3,9	8.103			
	Königsberger Straße	14	Wohnen		2.100	11,4	50%	80%	4,5	9.551			
	Königsberger Straße	16	Wohnen		2.100	10,9	50%	80%	4,4	9.151			
	Königsberger Straße	18	Wohnen		2.100	10,0	50%	80%	4,0	8.439			
	Königsberger Straße	15	Wohnen		2.100	10,9	50%	80%	4,4	9.151			
	Königsberger Straße	13	Wohnen		2.100	10,0	50%	80%	4,0	8.439			
	Königsberger Straße	75	Wohnen		2.100	10,9	50%	80%	4,4	9.141			
	Königsberger Straße	76	Wohnen		2.100	12,6	50%	80%	5,1	10.619			
	Königsberger Straße	77	Wohnen		2.000	182,3	75%	80%	109,4	218.810			
	Königsberger Straße	78	Wohnen		2.100	12,6	50%	80%	5,1	10.619			
	Königsberger Straße	79	Wohnen		2.100	10,9	50%	80%	4,3	9.125			
	Königsberger Straße	80	Wohnen		2.100	31,7	50%	80%	12,7	26.647			
	Königsberger Straße	81	Wohnen		2.100	5,5	50%	80%	2,2	4.629			
	Königsberger Straße	82	Wohnen		2.100	31,6	50%	80%	12,6	26.553			
	Königsberger Straße	83	Wohnen		2.100	5,5	50%	80%	2,2	4.638			
	Königsberger Straße	85	Wohnen		2.100	6,0	50%	80%	2,4	5.040			
	Königsberger Straße	45	Wohnen		2.000	154,2	75%	80%	92,5	184.987			
	Königsberger Straße	51	Wohnen		2.100	43,1	50%	80%	17,2	36.182			
	Königsberger Straße	55	Wohnen		2.100	12,3	50%	80%	4,9	10.326			
	Königsberger Straße	57	Wohnen		2.100	12,3	50%	80%	4,9	10.316			
	Königsberger Straße	61	Wohnen		2.100	10,2	50%	80%	4,1	8.610			
	Königsberger Straße	31	Gas		2.000	284,3	75%	80%	170,6	341.157			
134	Königsberger Straße	59	Wohnen		2.100	12,3	100%	80%	9,9	20.690			
258	Königsberger Straße	53	Wohnen		2.100	12,3	100%	80%	9,8	20.663			
278	Königsberger Straße	78	Wohnen		2.100	15,8	100%	80%	12,6	26.557			
	Chemnitzzer Straße	11	Wohnen		2.100	10,5	100%	80%	8,4	17.564			
325	Chemnitzzer Straße	7	Wohnen		2.100	10,2	100%	80%	8,1	17.088			
326	Chemnitzzer Straße	9	Wohnen		2.100	7,7	100%	80%	6,1	12.896			
366	Chemnitzzer Straße	13	Wohnen		2.100	7,9	100%	80%	6,3	13.246			
	Chemnitzzer Straße	1	Wohnen		2.100	9,0	50%	80%	3,6	7.569			
	Chemnitzzer Straße	2	Wohnen		2.100	9,3	50%	80%	3,7	7.826			
	Chemnitzzer Straße	3	Wohnen		2.100	10,4	50%	80%	4,2	8.768			
	Chemnitzzer Straße	4	Wohnen		2.100	9,4	50%	80%	3,7	7.856			
	Chemnitzzer Straße	5	Wohnen		2.100	7,9	50%	80%	3,1	6.610			
	Chemnitzzer Straße	6	Wohnen		2.100	9,3	50%	80%	3,7	7.838			
	Chemnitzzer Straße	8	Wohnen		2.100	9,3	50%	80%	3,7	7.800			
	Chemnitzzer Straße	10	Wohnen		2.100	9,3	50%	80%	3,7	7.800			
	Chemnitzzer Straße	12	Wohnen		2.100	10,4	50%	80%	4,2	8.717			
	Chemnitzzer Straße	14	Wohnen		2.100	15,0	50%	80%	6,0	12.564			
	Eberhardstraße	34	Wohnen		2.100	9,4	50%	80%	3,7	7.860			
	Eberhardstraße	36	Wohnen		2.100	9,3	50%	80%	3,7	7.794			
	Eberhardstraße	38	Wohnen		2.100	16,2	50%	80%	6,5	13.604			
	Eberhardstraße	40	Wohnen		2.100	12,2	50%	80%	4,9	10.277			
141	Eberhardstraße	32	Wohnen		2.100	7,9	100%	80%	6,4	13.338			
282	Eberhardstraße	30	Wohnen		2.100	11,1	100%	80%	8,9	18.610			
	Breslauer Straße	64	Wohnen		2.100	5,2	100%	80%	4,2	8.815			
222	Breslauer Straße	28	Wohnen		2.100	10,0	100%	80%	8,0	16.749			
249	Breslauer Straße	62	Wohnen		2.100	8,5	100%	80%	6,8	14.314			
318	Breslauer Straße	17	Wohnen		2.100	11,9	100%	80%	9,5	20.007			
	Breslauer Straße	15	Wohnen		2.100	12,0	50%	80%	4,8	10.050			
	Breslauer Straße	66/1	Wohnen		2.100	6,6	50%	80%	2,6	5.558			
	Breslauer Straße	66	Wohnen		2.100	6,7	50%	80%	2,7	5.599			
	Breslauer Straße	68/1	Wohnen		2.100	6,3	50%	80%	5.290	5.290			
	Breslauer Straße	68	Wohnen		2.100	6,9	50%	80%	2,8	5.800			
	Breslauer Straße	54	Wohnen		2.100	12,8	50%	80%	5,1	10.724			
	Breslauer Straße	56	Wohnen		2.100								

096	Sießener Straße	37/1	Wohnen		2.100	28,8	100%	80%		23,0	48.341		1,00		25	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
096	Sießener Straße	37	Wohnen		2.100	33,0	100%	80%		26,4	55.430		1,00		30	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Sießener Straße	31/1	Wohnen		2.100	28,5	50%	80%		21,0	44.113		0,50		45	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Sießener Straße	31	Wohnen		2.100	52,5	50%	80%		11,4	23.948		0,50		25	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Sießener Straße	33/1	Wohnen		2.100	7,6	50%	80%		18.865		0,50		25	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50		
	Sießener Straße	33	Wohnen		2.100	28,5	50%	80%		11,4	23.918		0,50		25	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Sießener Straße	35	Wohnen		2.100	73,1	50%	80%		29,3	61.433		0,50		60	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	60-100	
	Sießener Straße	33/1	Wohnen		2.100	28,5	50%	80%		11,4	23.918		0,50		25	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Sießener Straße	1	Wohnen		2.100	12,5	50%	80%		5,0	10.503		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Sießener Straße	1	Wohnen		2.100	12,5	50%	80%		5,0	10.503		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Sießener Straße	5	Wohnen		2.100	8,7	50%	80%		3,5	7.349		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Sießener Straße	7	Wohnen		2.100	8,1	50%	80%		3,2	6.775		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Sießener Straße	9	Wohnen		2.100	17,3	50%	80%		6,9	14.501		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Sießener Straße	11	Wohnen		2.100	27,4	50%	80%		11,0	23.054		0,50		25	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
355	Hummelstraße	8	Wohnen		2.100	15,6	100%	80%		12,5	26.226		1,00		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
359	Hummelstraße	4	Wohnen		2.100	11,5	100%	80%		9,2	19.373		1,00		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Hummelstraße	2	Wohnen		2.100	9,6	50%	80%		2,3	4.827		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Hummelstraße	6	Wohnen		2.100	8,9	2,1	50%	80%	4.480		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50		
	Hummelstraße	3	Wohnen		2.100	14,6	50%	80%		5,9	12.299		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Hummelstraße	1	Wohnen		2.100	16,9	50%	80%		6,8	14.228		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	1	Wohnmischnutzung		2.000	28,1	50%	80%		11,3	22.514		0,50		25	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	5	Wohnen		2.100	9,0	50%	80%		3,6	7.551		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	7	Wohnen		2.100	11,6	50%	80%		4,6	9.706		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	9	Wohnen		2.100	11,6	50%	80%		4,6	9.706		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	11	Wohnen		2.100	10,8	50%	80%		4,3	9.041		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	13	Wohnen		2.100	11,0	50%	80%		4,4	9.200		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	15	Wohnen		2.100	12,5	50%	80%		5,0	10.520		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	17	Wohnen		2.100	11,2	50%	80%		4,5	9.400		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
304	Bogenweilerstraße	6/2	Wohnen		2.100	7,8	100%	80%		6,2	13.071		1,00		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
305	Bogenweilerstraße	6/3	Wohnen		2.100	0,0	100%	80%		15	16.380		1,00		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
319	Bogenweilerstraße	4	Wohnen		2.100	15,6	100%	80%		12,5	26.226		1,00		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	6	Wohnen		2.100	9,1	50%	80%		3,6	7.626		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	6/1	Wohnen		2.100	9,1	50%	80%		3,6	7.626		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	6/4	Wohnen		2.100	9,1	50%	80%		3,6	7.626		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	6/5	Wohnen		2.100	9,1	50%	80%		3,6	7.626		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	19	Wohnen		2.100	9,4	50%	80%		3,8	7.933		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	21	Wohnen		2.100	4,8	50%	80%		1,9	4.000		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	23	Wohnen		2.100	9,4	50%	80%		3,8	7.933		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	25	Wohnen		2.100	9,4	50%	80%		3,8	7.933		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
218	Bogenweilerstraße	27	Wohnen		2.100	19,7	100%	80%		15,8	33.145		1,00		20	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	33	Wohnen		2.100	10,1	50%	80%		4,0	8.501		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	31	Wohnen		2.100	10,4	50%	80%		4,2	8.730		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	29	Wohnen		2.100	22,5	50%	80%		9,0	18.880		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	35	Wohnen		2.100	18,3	50%	80%		7,3	15.376		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	41	Wohnen		2.100	9,6	3,8	50%	80%	8.045		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50		
	Bogenweilerstraße	39	Wohnen		2.100	9,0	50%	80%		3,6	7.538		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	39/1	Wohnen		2.100	8,6	50%	80%		3,4	7.207		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	45	Wohnen		2.100	10,3	50%	80%		4,1	8.613		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	47	Wohnen		2.000	9,1	50%	80%		3,6	7.284		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	49	Wohnen		2.100	7,4	50%	80%		3,0	6.200		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	50	unb		2.100	10,8	50%	80%		15	9.069		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	51	Wohnen		2.000	22,5	50%	80%		17.995		0,50		20	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50		
	Bogenweilerstraße	28	Wohnen		2.100	6,9	50%	80%		2,7	5.768		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	10	Wohnen		2.100	13,7	50%	80%		5,5	11.467		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	12	Wohnen		2.100	19,7	50%	80%		7,9	16.555		0,50		20	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Bogenweilerstraße	8	Wohnen		2.100	11,6	50%	80%		4,6	9.744		0,50		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
349	Bogenweilerstraße	14	Wohnen		2.100	14,7	100%	80%		11,8	24.755		1,00		15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
350	Bogenweilerstraße	16	Wohnen		2.100	19,1	100%	80%		15,3	32.139		1,00		20	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Gerhart-Hauptmann-Straße	2	Wohnmischnutzung		2.000	28,1	50%	80%		11,3	22.514		0,50		25	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Gerhart-Hauptmann-Straße	4	Wohnen		2.000	44,0	50%	80%		17,6	35.210		0,50		40	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Gerhart-Hauptmann-Straße	6	Wohnen		2.000	49,1	50%	80%		19,6	39.245		0,50		40	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Gerhart-Hauptmann-Straße	8	Wohnen		2.100	49,0	50%	80%		19,6	41.160		0,50		40	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Gerhart-Hauptmann-Straße	3	Wohnen		2.000	194,2	75%	80%		116,5	233.015		0,75		160	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	100-200	
	Gerhart-Hauptmann-Straße	7	Wohnen		2.100	36,0	50%	80%		14,4	30.240		0,50		30	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Gerhart-Hauptmann-Straße	5	Gas		2.000	36,0	50%	80%		14,4	30.240		0,50		30	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Gerhart-Hauptmann-Straße	9	Wohnen		2.000	36,9	50%	80%		14,8	29.534		0,50		30	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Gerhart-Hauptmann-Straße	10	Wohnen		2.000	46,1	50%	80%		18,4	36.841		0,50		40	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Gerhart-Hauptmann-Straße	11	Wohnen		2.000	24,7	50%	80%		9,9	19.750		0,50		20	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
	Gerhart-Hauptmann-Straße	12	Wohnen		2.000	124,7	50%	80%		49,9	99.784		0,50		100	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45			

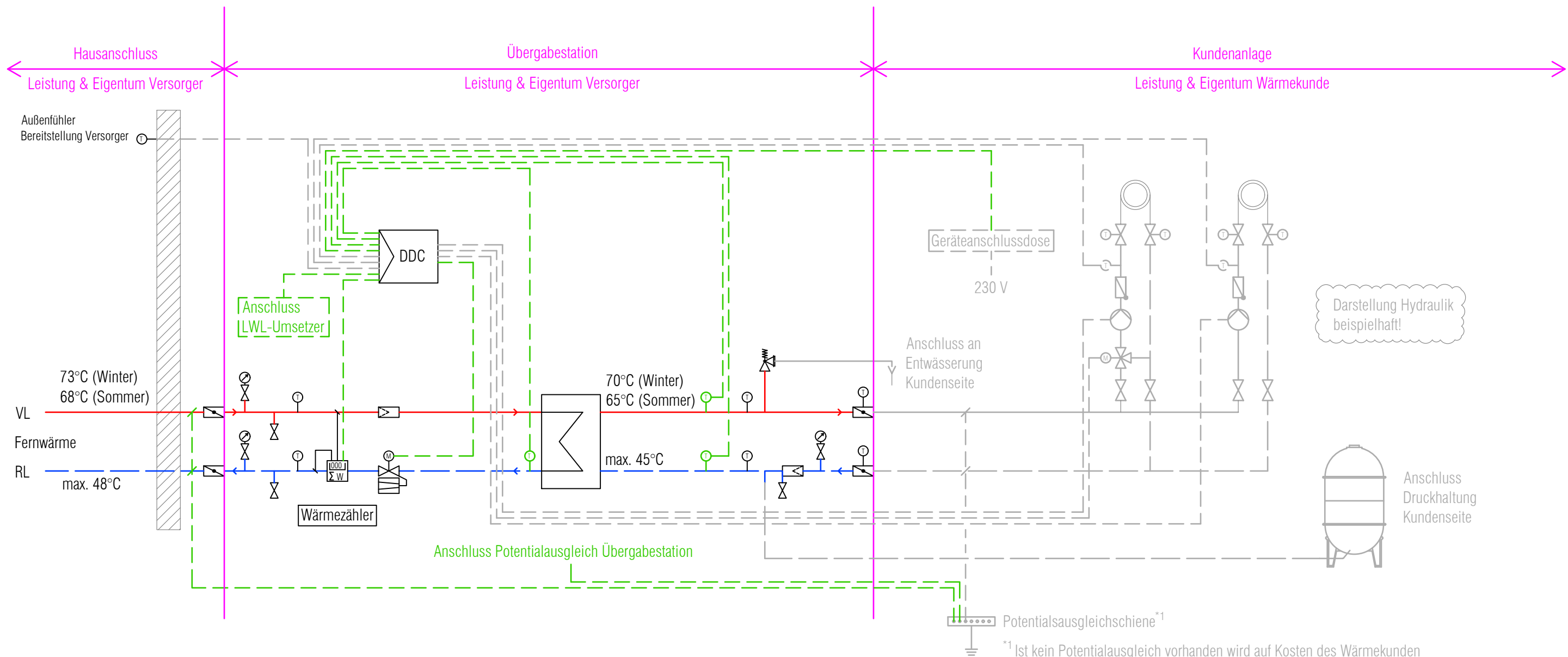
	Seewattenstraße	3	Wohnen		2.100	9,0	50%	80%	3,6	7.598
	Seewattenstraße	8	Wohnen		2.100	9,0	50%	80%	3,6	7.598
130	Paradiesstraße	74	Wohnen		2.000	68,5	100%	80%	54,8	109.606
130	Paradiesstraße	72	Wohnen		2.000	35,8	100%	80%	28,6	57.263
Seewatten								Summe	2.078,1	4.123.285

0,50	15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
0,50	15	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
1,00	55	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	
1,00	30	68 / 48	65 / 45	73 / 48	70 / 45	3	15-50	

Wohn- und Gewerbegebiet								Summe	1.559,1	2.841,527

Wohn- und Kernstadgebiet											
	Hauptstraße	28	Gas		35	2.000	17,6	50%	80%	7,1	14.112
	Hauptstraße	28/1	Gas		33	2.000	16,6	50%	80%	6,6	13.264
	Hauptstraße	30	unb		51	2.000	25,3	50%	80%	10,1	20.228
	Hauptstraße	30/1	unb		30	2.000	15,0	50%	80%	6,0	12.000
	Hauptstraße	29	Wohnmischnutzung		2	2.100	12,4	50%	80%	5,0	10.408
	Hauptstraße	31	Wohnmischnutzung		2	2.100	12,2	50%	80%	4,9	18.657
	Hauptstraße	32	Wohnmischnutzung		2	2.100	32,7	50%	80%	13,1	27.440
	Hauptstraße	33	Wohnmischnutzung		2	2.100	19,1	50%	80%	7,6	16.004
212	Hauptstraße	34	Wohnen			2.100	17,9	100%	80%	14,4	30.150
124	Hauptstraße	35	Wohnmischnutzung			2.100	103,5	100%	80%	82,8	173.893
099	Hauptstraße	50	Wohnmischnutzung			2.100	52,4	100%	80%	41,9	87.997
	Hauptstraße	52	Wohnmischnutzung			2.100	88,2	50%	80%	35,3	74.088
	Hauptstraße	54	Wohnmischnutzung			2.100	38,2	50%	80%	32	12.102
	Hauptstraße	56	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			1.600	46,9	50%	80%	18,8	30.000
	Hauptstraße	64	Wohnmischnutzung			2.100	18,6	50%	80%	7,5	15.660
	Hauptstraße	66	Wohnmischnutzung			2.100	38,8	50%	80%	15,5	32.628
	Hauptstraße	70	Wohnmischnutzung			2.100	58,6	50%	80%	23,4	49.244
	Hauptstraße	72	Wohnmischnutzung			2.100	80,9	50%	80%	32,4	67.938
	Hauptstraße	74	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			1.600	90,3	50%	80%	36,1	57.821
	Hauptstraße	76	Wohnmischnutzung			2.100	34,7	50%	80%	13,9	29.160
301	Hauptstraße	91	Wohnmischnutzung			2.100	12,0	100%	80%	25,0	33.594
372	Hauptstraße	55	Wohnmischnutzung			2.100	89,6	100%	80%	71,7	150.494
	Hauptstraße	47	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			1.600	53,1	50%	80%	21,3	34.000
	Hauptstraße	53	Wohnmischnutzung			2.100	29,6	50%	80%	11,8	24.869
	Hauptstraße	57	Wohnmischnutzung			2.100	25,2	50%	80%	10,1	21.184
	Hauptstraße	61	Wohnmischnutzung			2.100	100,6	50%	80%	40,3	84.545
	Hauptstraße	63	Wohnmischnutzung			2.100	46,1	50%	80%	18,4	38.688
	Hauptstraße	71	Wohnmischnutzung			2.100	15,3	50%	80%	18,1	38.072
	Hauptstraße	73	Wohnmischnutzung			2.100	13,4	50%	80%	5,4	11.278
	Hauptstraße	75	Wohnmischnutzung			2.100	52,0	50%	80%	20,8	43.645
	Hauptstraße	78	Wohnmischnutzung			2.100	64,2	50%	80%	25,7	53.889
402	Hauptstraße	102	Gebäude für öffentliche Zwecke			1.600		100%	80%		0
402	Hauptstraße	102/1	Gebäude für öffentliche Zwecke			1.600	100,1	100%	80%	80,1	128.101
	Hauptstraße	104	Wohnmischnutzung			2.100	17,1	50%	80%	6,8	14.360
	Hauptstraße	104/1	Wohnen			2.100	18,4	50%	80%	7,7	16.160
	Hauptstraße	106	Wohnmischnutzung			2.100	34,6	50%	80%	13,8	29.037
	Hauptstraße	91	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			2.100	73,9	50%	80%	29,5	62.049
	Hauptstraße	95	Wohnmischnutzung			2.100	50,1	50%	80%	20,0	42.073
	Hauptstraße	97	Wohnmischnutzung			2.100	21,3	50%	80%	8,5	17.884
	Hauptstraße	99	Wohnen			2.100	7,5	50%	80%	3,0	6.282
	Hauptstraße	101	Wohnmischnutzung			2.100	28,0	50%	80%	11,2	23.543
	Hauptstraße	103	Wohnmischnutzung			2.100	43,1	50%	80%	17,2	36.179
	Hauptstraße	93	Wohnmischnutzung			2.100	15,8	50%	80%	35	33.594
327	Hauptstraße	108	Wohnmischnutzung			2.100	69,2	100%	80%	55,3	116.227
	Hauptstraße	114	Wohnen			2.100	45,2	50%	80%	18,1	37.983
	Hauptstraße	116				1.600	140,6	50%	80%	56,2	89.980
	Hauptstraße	107	Wohnen			2.100	28,8	50%	80%	11,5	24.213
	Hauptstraße	109				1.600	21,9	50%	80%	8,8	14.000
	Hauptstraße	111	Wohnen			2.100	13,4	50%	80%	15	11.242
	Hauptstraße	115	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			1.600	50,6	50%	80%	68	48.177
307	Hauptstraße	117	Wohnen			2.100	30,2	100%	80%	24,1	50.664
087	Hauptstraße	119	Gebäude für öffentliche Zwecke			1.600	82,9	100%	80%	66,3	106.121
171	Hauptstraße	123/2	Wohnen			2.100	9,8	100%	80%	7,9	16.510
377	Hauptstraße	125/1	Wohnen			2.100	17,3	100%	80%	13,9	29.144
	Hauptstraße	123/1	Wohnen			2.100	9,7	50%	80%	3,9	8.182
	Hauptstraße	123/3	Wohnen			2.100	11,1	50%	80%	4,4	9.316
	Hauptstraße	123/4	Wohnen			2.100	8,1	50%	80%	3,3	6.826
	Hauptstraße	113/1	Wohnen			2.100	20,8	50%	80%	8,3	17.456
	Schillerstraße	2	Gas		74	2.000	37,1	50%	80%	14,8	29.674
201	Schillerstraße	4	Gas		27	2.000	13,6	100%	80%	10,9	21.809
	Schillerstraße	6	unb		31	2.000	15,7	50%	80%	6,3	12.556
	Schillerstraße	6	unb		31	2.000	15,7	50%	80%	6,3	12.556
213	Schillerstraße	3	unb		32	2.000	15,8	100%	80%	12,6	25.200
214	Schillerstraße	5	Gas		39	2.000	19,7	100%	80%	15,8	31.518
215	Schillerstraße	7	Gas		13	2.000	6,3	100%	80%	5,0	10.066
216	Schillerstraße	9	Gas		10	2.000	5,0	100%	80%	4,0	8.000
	Kaiserstraße	86	Wohnen			2.100	14,3	50%	80%	5,7	12.032
	Kaiserstraße	82/1	Wohnen			2.100	4,1	50%	80%	1,6	3.417
	Kaiserstraße	82/2	Wohnen			2.100	11,9	50%	80%	4,8	9.998
	Kaiserstraße	84	Wohnen			2.100	13,7	50%	80%	5,3	11.016
	Kaiserstraße	84/1	Wohnen			2.100	8,6	50%	80%	3,4	7.183
	Kaiserstraße	84/2	Wohnen			2.100	15,2	50%	80%	6,1	12.767
	Kaiserstraße	78	Wohnen			2.100	13,9	50%	80%	5,6	11.661
	Kaiserstraße	80	Wohnen			2.100	13,9	50%	80%	5,6	11.696
	Kaiserstraße	82	Wohnen			2.100	11,8	50%	80%	4,7	9.924
	Kaiserstraße	68	Wohnen			2.100	20,7	50%	80%	8,3	17.367
	Kaiserstraße	70	Wohnen			2.100	34,2	50%	80%	13,7	28.696
067	Kaiserstraße	65	Wohnen			2.100	13,8	100%	80%	11,0	23.103
094	Kaiserstraße	62	Wohnen			1.800	100,0	100%	80%	80,0	144.000
	Kaiserstraße	60/1	Wohnmischnutzung			2.100	17,6	50%	80%	7,1	14.807
	Kaiserstraße	60	Wohnen			2.100	11,6	50%	80%	4,6	9.710
	Kaiserstraße	58	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			1.800	123,6	50%	80%	49,5	89.018
	Kaiserstraße	2	Gas		43	2.000	21,5	50%	80%	8,6	17.211
346	Kaiserstraße	38	Wohnen			2.100	25,6	100%	80%	20,5	43.057
019	Oberamteistraße	11	Gebäude für öffentliche Zwecke		403	1.500	215,1	100%	100%	215,1	322.650
020	Oberamteistraße	12	Gebäude für öffentliche Zwecke		53	1.500	28,0	100%	100%	28,0	42.000
021	Oberamteistraße	3	Wohnmischnutzung		48	1.500	25,4	100%	100%	25,4	38.100
022	Oberamteistraße	5	Wohnmischnutzung		31	1.500	16,7	100%	100%	16,7	25.050
106	Oberamteistraße	1	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			1.300	20,0	100%	80%	16,0	20.800
277	Oberamteistraße	8	Wohnmischnutzung			2.100	21,7	100%	80%	20	36.523
284	Oberamteistraße	7	Wohnmischnutzung			2.100	16,0	100%	80%	12,8	26.908
	Oberamteistraße	10	Wohnen			2.100	9,9	50%	80%	4,0	8.347
	Oberamteistraße	10/1	Wohnen			2.100	8,0	50%	80%	3,2	6.720
	Fuchgasse	1	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			1.300	83,5	50%	80%	33,4	43.446
	Fuchgasse	13	Gebäude für öffentliche Zwecke					50%	80%		
	Fuchgasse	4	Wohnen			2.100	24,7	50%	80%	9,9	20.731
	Fuchgasse	4/1	Wohnen			2.100	17,0	50%	80%	6,8	14.254
	Fuchgasse	6	Wohnmischnutzung			2.100	45,0	50%	80%	21,0	46.169
	Fuchgasse	6/1	Wohnmischnutzung			2.100	15,7	50%	80%	6,3	13.214
	Fuchgasse	8	Wohnen			2.100	10,7	50%	80%	4,3	9.007
	Fuchgasse	13	Gebäude für öffentliche Zwecke			2.100	10,0	50%	80%	4,0	8.400
285	Schmalgasse	9	Wohnen			2.100	11,2	100%	80%	9,0	18.827
107	Kreuzgasse	4	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			1.300	50,0	100%	80%	40,0	52.000
	Kreuzgasse	3	Wohnen			2.100	18,9	50%	80%	7,6	15.898
	Kreuzgasse	5	Wohnmischnutzung			2.100	29,0	50%	80%	11,6	24.338
034	Schützenstraße	4	Wohnmischnutzung			2.100	66,0	100%	100%	75,0	157.500
035	Schützenstraße	7				1.500	0,0	100%	100%	40,0	60.000
036	Schützenstraße	9	Hotel- und Gastgewerbe			1.300	0,0	100%	100%	50,0	65.000
037	Schützenstraße	13	Wohnmischnutzung			2.100	30,0	100%	100%	30,0	63.000
043	Schützenstraße	19	Wohnen			2.100	45,1	100%	100%	45,1	94.703
324	Schützenstraße	15	Wohnmischnutzung			2.100	42,7	100%	80%	34,2	71.762
018	Marktplatz	1	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			1.300	103,0	100%	100%	103,0	133.847
	Marktplatz	2	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			1.300	50,0	50%	80%	20,0	26.000
	Marktplatz	4	Wohnmischnutzung			2.100	135,7	50%	80%	54,3	113.960
	Marktplatz	6	Wohnmischnutzung			2.100	33,4	50%	80%	13,4	28.097
175	Werderstraße	31	Wohnen			2.100	27,7	100%	80%	22,2	46.564
209	Werderstraße	3	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			1.500	223,1	100%	80%	178,4	267.660
	Werderstraße	1	Wohnmischnutzung			2.100	57,9	50%	80%	23,2	48.652
	Werderstraße	2	Wohnmischnutzung			2.100	39,0	50%	80%	15,6	32.754
	Werderstraße	21	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			1.300	50,0	50%	80%	20,0	26.000
	Werderstraße	23	Wohnen			2.100	11,7	50%	80%	4,4	9.317
	Werderstraße	25	Wohnen			2.100	6,9	50%	80%	6,9	14.437
	Werderstraße	27	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			1.300	10,0	50%	80%	20,0	26.000
	Werderstraße	29	Wohnen			2.100	14,9	50%	80%	6,0	12.552
	Werderstraße	33	Wohnen			2.100	7,7	50%	80%	3,1	6.470
	Werderstraße	35	Wohnen			2.100	11,3	50%	80%	4,5	9.461
	Werderstraße	37	Wohnen			2.100	11,4	50%	80%	4,6	9.614
	Werderstraße	39	Wohnen			2.100	19,5	50%	80%	7,8	16.386
	Werderstraße	4	Wohnen			2.100	11,9	50%	80%	4,8	10.011
	Werderstraße	41	Wohnen			2.100	14,1	50%	80%	5,7	11.865

	Hindenburgstraße	28	Gas			2.100	53,6	50%	80%		21,5	45.051
	Hindenburgstraße	30	Wohnen			2.100	17,3	50%	80%		6,9	14.494
	Hindenburgstraße	22	Wohnen			2.000	54,2	50%	80%		21,7	43.386
	Hindenburgstraße	33	Wohnmischnutzung			2.100	21,9	50%	80%		8,7	18.360
	Hindenburgstraße	35	Wohnen			2.100	18,2	50%	80%		7,3	15.315
072	Hindenburgstraße	37	Wohnen			2.100	18,2	100%	80%		14,6	30.638
127	Hindenburgstraße	39	Wohnen			2.100	14,2	100%	80%		11,3	23.822
	Hindenburgstraße	41	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			2.100	15,0	50%	80%		6,0	12.600
017	Hindenburgstraße	27	Gebäude für öffentliche Zwecke			1.100	413,0	100%	100%		413,0	454.300
	Hindenburgstraße	25	Gebäude für öffentliche Zwecke			2.100	200,0	50%	80%		80,0	168.000
	Hindenburgstraße	17	Wohnen			2.000	27,0	50%	80%		10,8	21.564
	Hindenburgstraße	19	Wohnen			2.100	25,5	50%	80%		10,2	21.392
	Hindenburgstraße	21	Wohnen			2.100	19,1	50%	80%		7,6	16.052
228	Kießerstraße	9	Wohnen			2.100	15,7	100%	80%		12,8	26.401
	Kießerstraße	1	Wohnen			2.100	11,0	50%	80%		4,4	9.216
	Kießerstraße	3	Wohnen			2.100	6,3	50%	80%		2,5	5.324
	Kießerstraße	5	Wohnen			2.100	8,4	50%	80%		3,3	7.026
	Kießerstraße	7	Wohnen			2.100	7,5	50%	80%		3,0	6.321
081	Kramerstraße	11	Wohnen			2.100	20,3	100%	80%		16,2	34.117
114	Kramerstraße	9	Wohnen			2.100	26,5	100%	80%		21,2	44.464
	Kramerstraße	12	Gebäude für öffentliche Zwecke			2.100	9,5	50%	80%		3,8	8.000
	Kramerstraße	13	Wohnen			2.100	14,4	50%	80%		5,8	12.115
	Kramerstraße	15	Wohnen			2.100	15,9	50%	80%		6,4	13.359
016	Friedrichstraße	18	Wohnen			2.000	19,7	100%	100%		19,7	39.400
	Friedrichstraße	32	Wohnen			2.000	72,1	50%	80%		28,8	57.674
	Friedrichstraße	34	Wohnen			2.000	51,8	50%	80%		20,7	41.408
240	Friedrichstraße	25	Wohnen			2.100	21,1	100%	80%		17,1	35.923
	Friedrichstraße	8/1	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			2.100	50,0	50%	80%		20,0	42.000
	Friedrichstraße	10/2	Wohnen			2.100	12,7	50%	80%		5,1	10.666
	Friedrichstraße	10	Wohnen			2.100	12,4	50%	80%		5,0	10.397
	Friedrichstraße	12/1	Wohnen			2.100	26,7	50%	80%		10,7	22.414
	Friedrichstraße	14/1	Wohnen			2.100	8,9	50%	80%		3,6	7.504
	Friedrichstraße	14	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie			2.100	50,0	50%	80%		20,0	42.000
	Friedrichstraße	14	Wohnen			2.100	18,5	50%	80%		7,4	15.575
	Friedrichstraße	17	Wohnen			2.100	18,7	50%	80%		7,5	15.746
203	Friedrichstraße	16	Wohnen			2.000	11,2	100%	80%		41,0	81.978
232	Friedrichstraße	12	Wohnen			2.100	11,9	100%	80%		9,5	20.043
149	Friedrichstraße	21	Wohnen			2.100	11,1	100%	80%		8,9	18.685
080	Liebfrauenstraße	16	Wohnen			2.100	22,7	100%	80%		18,1	38.075
353	Liebfrauenstraße	20	Wohnen			2.100	27,8	100%	80%		22,2	46.711
125	Liebfrauenstraße	24	Wohnen			2.100	13,1	100%	80%		10,5	22.063
126	Liebfrauenstraße	26	Wohnen			2.100	11,3	100%	80%		8,9	18.794
	Liebfrauenstraße	22	Wohnen			2.100	10,4	50%	80%		4,2	8.742
	Liebfrauenstraße	37	Wohnen			2.100	12,2	50%	80%		4,9	10.278
	Liebfrauenstraße	29	Wohnen			2.100	45,3	50%	80%		18,1	38.090
	Liebfrauenstraße	31	Wohnen			2.100	63,0	50%	80%		25,2	52.901
	Liebfrauenstraße	33	Wohnen			2.100	48,7	50%	80%		19,5	40.870
	Liebfrauenstraße	35	Wohnen			2.100	45,3	50%	80%		18,1	38.023
	Liebfrauenstraße	25	Wohnen			2.100	29,4	50%	80%		15,8	33.401
	Liebfrauenstraße	27	Wohnen			2.100	48,2	50%	80%		19,3	40.455
225	Liebfrauenstraße	21	Wohnen			2.100	16,2	100%	80%		13,0	27.290
090	Liebfrauenstraße	23	Wohnen			2.100	12,1	100%	80%		9,7	20.322
271	Liebfrauenstraße	4	Wohnen			2.100	21,6	100%	80%		17,3	36.232
	Liebfrauenstraße	6	Wohnen			2.100	17,6	50%	80%		7,0	14.751
	Liebfrauenstraße	8	Wohnen			2.100	20,0	50%	80%		8,0	16.770
	Liebfrauenstraße	10	Wohnen			2.100	11,2	50%	80%		4,5	9.370
091	Liebfrauenstraße	12	Wohnen			2.100	24,1	100%	80%		19,3	40.564
	Liebfrauenstraße	9	Wohnen			2.100	12,1	50%	80%		4,8	10.157
	Liebfrauenstraße	11	Wohnen			2.100	16,1	50%	80%		6,5	13.559
	Liebfrauenstraße	13	Wohnen			2.100	25,3	50%	80%		10,1	21.236
	Liebfrauenstraße	15	Wohnen			2.100	25,2	50%	80%		10,1	21.141
	Liebfrauenstraße	17	Wohnen			2.100	16,1	50%	80%		6,4	13.514
	Liebfrauenstraße	19	Wohnen			2.100	16,1	50%	80%		6,5	13.564
006	Blauwestraße	21	Wohnen			2.000	18,6	100%	100%		18,6	37.200
007	Blauwestraße	22	Wohnen			2.000	27,5	100%	100%		27,5	55.000
195	Blauwestraße	34	Wohnen			2.100	12,5	100%	80%		10,0	21.014
	Blauwestraße	26	Wohnen			2.100	11,7	50%	80%		4,7	9.825
	Blauwestraße	28	Wohnen			2.100	13,2	50%	80%		5,3	11.077
	Blauwestraße	32	Wohnen			2.000	38,9	50%	80%		15,5	31.080
379	Blauwestraße	30	Wohnen			2.100	13,0	100%	80%		10,4	20.808
	Blauwestraße	24	Wohnen			2.100	11,7	50%	80%		4,7	9.799
286	Blauwestraße	27	Wohnen			2.100	24,8	100%	80%		19,9	41.734
	Blauwestraße	25	Wohnen			2.100	15,1	50%	80%		6,0	12.662
182	Blauwestraße	16	Wohnen			1.800	32,3	100%	80%		25,8	46.477
	Blauwestraße	18	Wohnen			2.100	10,6	50%	80%		4,2	8.924
	Blauwestraße	20	Wohnen			1.800	28,3	50%	80%		11,3	20.394
	Blauwestraße	13	Wohnen			2.100	23,9	50%	80%		9,6	20.068
	Blauwestraße	15	Wohnen			2.100	9,9	50%	80%		4,0	8.345
	Blauwestraße	17	Wohnen			2.100	15,3	50%	80%		6,1	12.822
093	Blauwestraße	13/1	Wohnen			2.000	30,9	100%	80%		24,8	49.512
052	Schützenstraße	26	Mint-Gymnasium (alt) Versorgt durch Wilhelmstraße 20			1.600	390,0	100%	80%		390,0	624.000
039	Schützenstraße	39	Gebäude für öffentliche Zwecke				955	100%	100%		1.500	1.432.500
041	Schützenstraße	32	Gebäude für öffentliche Zwecke	436		2.500	174,4	100%	100%		174,4	436.000
041	Schützenstraße	32a	Gebäude für öffentliche Zwecke			2.200	173,0	100%	100%		173,0	380.600
042	Schützenstraße	63	Gebäude für öffentliche Zwecke	160		1.800	88,9	100%	100%		88,9	160.000
053	Schützenstraße	57				1.800		100%	100%		200,0	360.000
342	Schützenstraße	57				1.200	200,0	100%	100%		200,0	240.000
038	Schützenstraße	14	Gebäude für öffentliche Zwecke			1.700	72,0	100%	100%		72,0	122.405
023	Schulstraße	1	Realschule			1.100	819,5	100%	100%		819,5	901.450
024	Schulstraße	5	Finanzamt			2.000	104,0	100%	100%		104,0	207.945
025	Schulstraße	11	Wohnen			2.000	10,9	100%	100%		10,9	21.800
026	Schulstraße	13	Wohnen			2.000	24,5	100%	100%		24,5	49.000
027	Schulstraße	14	Wohnen			2.000	25,3	100%	100%		25,3	50.600
028	Schulstraße	14/1	Wohnen			2.000	70,1	100%	100%		70,1	140.200
029	Schulstraße	15	Wohnen			2.000	19,0	100%	100%		19,0	38.000
030	Schulstraße	16	Wohnen			2.000	44,0	100%	100%		44,0	88.000
031	Schulstraße	19	Wohnen			2.000	28,6	100%	100%		28,6	57.200
032	Schulstraße	20	Wohnmischnutzung			2.000	22,2	100%	100%		22,2	44.400
033	Schulstraße	9	Wohnen			2.000	20,1	100%	100%		20,1	40.200
	Schulstraße	30	Wohnen			2.100	13,5	50%	80%		5,4	11.320
085	Schulstraße	28/1				2.100	40,0	100%	80%		40,0	84.000
363	Schulstraße	28	Wohnen			2.100	165,0	100%	80%		165,0	346.500
	Schulstraße	22	Wohnen			2.100	22,0	50%	80%		8,8	18.463
	Schulstraße	24	Wohnen			2.100	21,9	50%	80%		8,8	18.404
	Schulstraße	26	Wohnen			2.100	19,8	50%	80%		11,9	25.041
	Schulstraße	10	Wohnmischnutzung			2.100	12,3	50%	80%		4,9	10.349
398	Schulstraße	6	Gebäude für öffentliche Zwecke			1.600	100,0	100%	80%		80,0	128.000
	Rudolfstraße	2	Wohnen			2.100	12,8	50%	80%		5,1	10.764
	Rudolfstraße	4	Wohnen			2.100	22,0	50%	80%		8,8	18.440
	Rudolfstraße	6	Wohnen			2.100	17,9	50%	80%		7,2	15.072
	Rudolfstraße	7	Wohnen			2.100	13,5	50%	80%		5,4	11.337
	Rudolfstraße	9	Wohnen			2.100	16,8	50%	80%		6,7	14.102
	Rudolfstraße	10/1	Wohnen			2.100	5,8	50%	80%		2,3	4.886
	Rudolfstraße	10	Wohnen			2.100	25,5	50%	80%		10,2	21.387
050	Wilhelmstraße	8	Wohnen			2.100	19,7	100%	80%		15,8	33.116
180	Wilhelmstraße	3	Wohnen			2.100	11,9	100%	80%		9,5	19.978
244	Wilhelmstraße	6	Wohnen			2.100	15,4	100%	80%		12,3	25.858
	Wilhelmstraße	1	Wohnen			2.100	25,5	50%	80%		10,2	21.406
	Wilhelmstraße	4	Wohnen			2.100	11,1	50%	80%		4,4	9.290
	Wilhelmstraße	5	Wohnen			2.100	19,8	50%	80%		7,9	16.638
	Wilhelmstraße	7	Wohnen			2.100	15,7	50%	80%		6,3	13.168
	Wilhelmstraße	10	Wohnen			2.100	20,2	50%	80%		8,1	16.985
	Wilhelmstraße	12	Wohnen			2.100	21,7	50%	80%		8,7	18.191
	Rosa-Hürner-Straße	24	Wohnen			2.100	6,3	50%	80%		2,5	5.271
173	Rosa-Hürner-Straße	11	Wohnen			2.100	4,8	100%	80%		3,8	8.081
18												



Hinweis:

- Es sind jeweils die neuste Fassungen der Gesetze, Vorschriften und VDE-Richtlinien zu beachten!
- Ein hydraulischer Abgleich ist zwingend erforderlich!
- In der Kundenebene der Übergabestationen können Einstellungen wie Temperaturen, Heizzeiten, etc. vorgenommen werden. Parameter, die zum ordnungsgemäßen Betrieb des Fernwärmenetzes dienen, können nicht geändert werden.

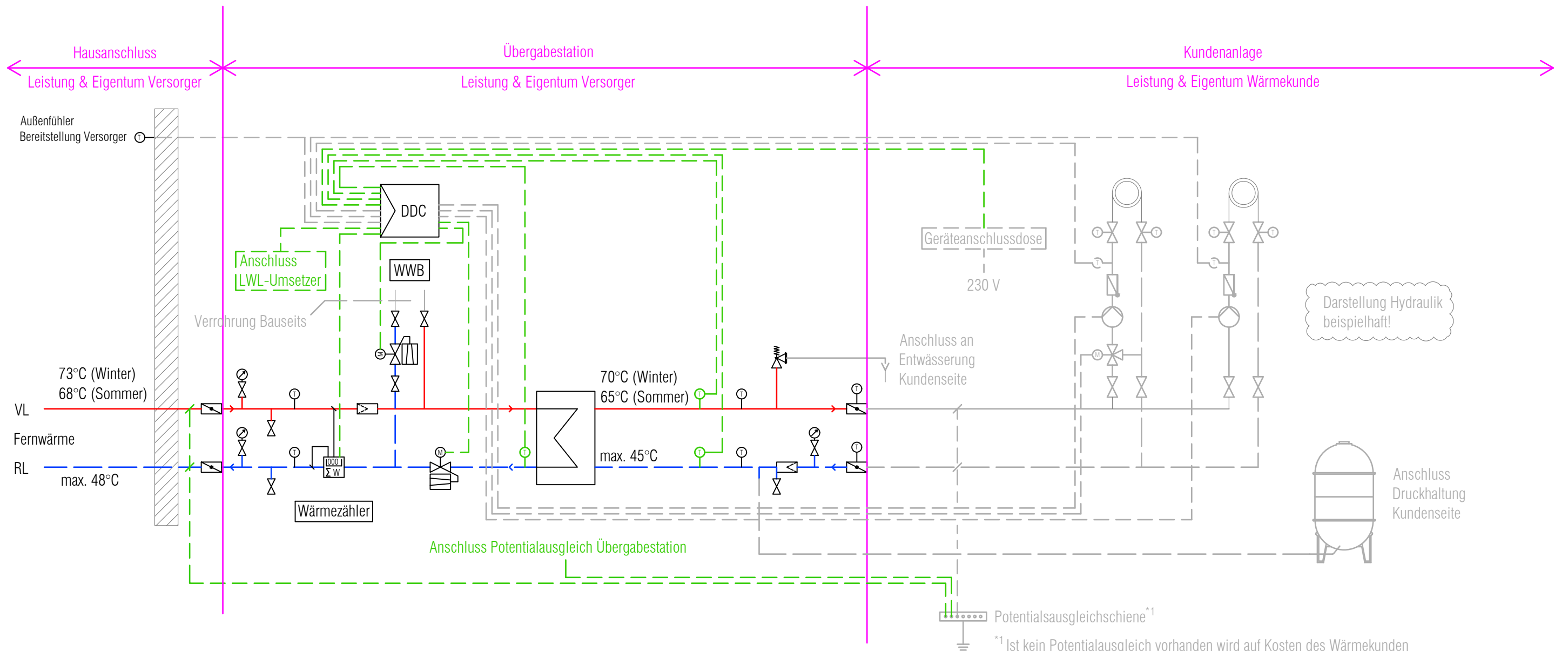
- Manometer
- Füll- und Entleerungshahn
- Sicherheitsventil
- Schmutzfänger
- Absperrklappe/Ventil
- Wärmezähler
- Thermometer/Temperatursensor
- Stellantrieb elektronisch

- Außentemperaturfühler
- Durchgangsventil + Volumenstromregler
- Regelung
- Platten-Wärmeübertrager

- Verkabelung Versorger
- Verkabelung Kunde

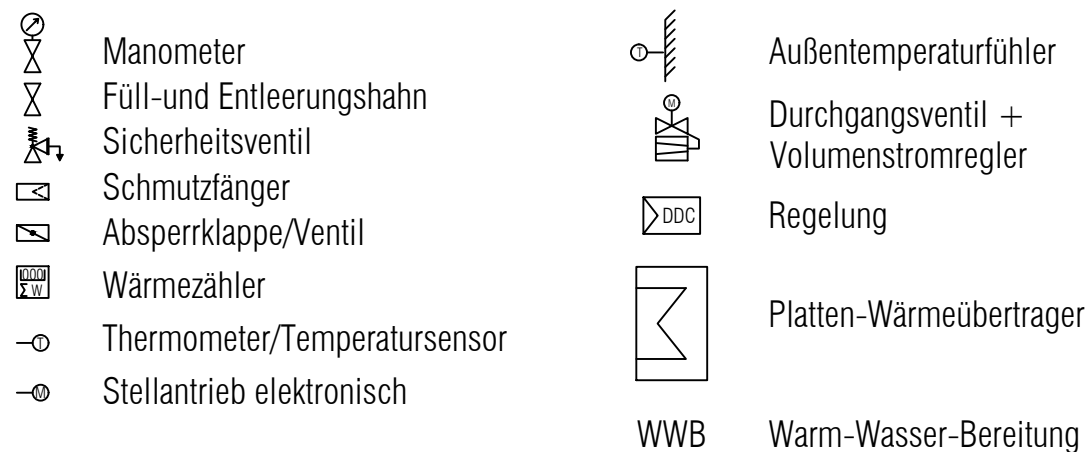
- Vorlauf (VL)
- Rücklauf (RL)

Schnittstellenschema
Fernwärme - Hausanlage
Heizung, Warmwasserbereitung: "sekundär"



Hinweis:

- Es sind jeweils die neuste Fassungen der Gesetze, Vorschriften und VDE-Richtlinien zu beachten!
- Ein hydraulischer Abgleich ist zwingend erforderlich!
- In der Kundenebene der Übergabestationen können Einstellungen wie Temperaturen, Heizzeiten, etc. vorgenommen werden. Parameter, die zum ordnungsgemäßen Betrieb des Fernwärmenetzes dienen, können nicht geändert werden.



--- Verkabelung Versorger
--- Verkabelung Kunde

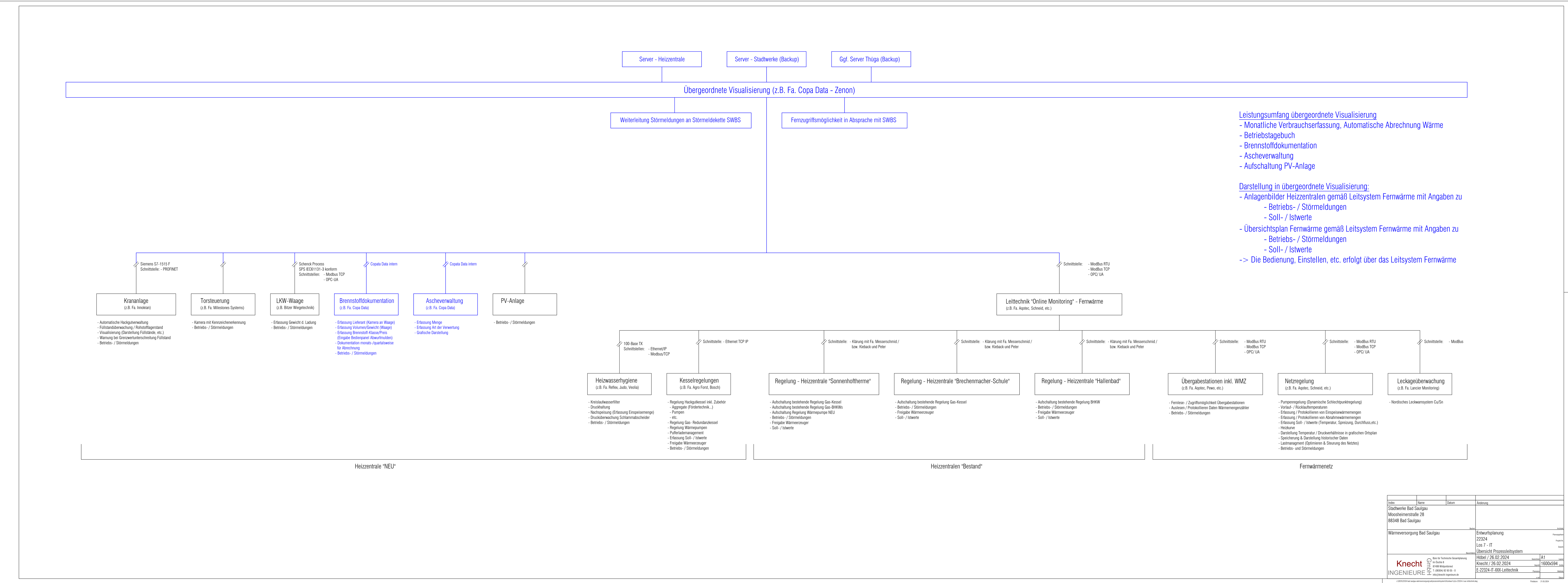
— Vorlauf (VL)
— Rücklauf (RL)

Schnittstellenschema Fernwärme - Hausanlage

Heizung: "sekundär", Warmwasserbereitung: "primär"

[illegible]

SWBS-PB IT-Organigramm Leittechnik



Gebäudeautomation
VDI 3814 -1: 2005-05
GA-Funktionsliste

- 1) Dauerbefehl: z.B. 0,I,II=2 BA
Impulsbefehl: z.B. 0,I,II=3 BA
Stellbefehl: z.B. Zu-0-Auf=2 BA
Pulsweitenmod.=1 BA

2) aktiv oder passiv
- 3) Nur gemeinsame, kommunikative Datenpunkte von Fremdsystemen für interoperable Funktionen

4) Pro Eingangs-Benutzeradresse zum a) Zusammenfassen, b) Verzögern und c) Unterdrücken von Meldungen

5) Pro Ausgangs- Benutzeradresse
- 6) Stellausgabe: z.B. 3-Punkt = 2 x 2-Punkt

7) Pro Eingangs-Benutzeradresse

8) z.B. Gerätestatus, Zeitschalttabelle, Sicherheitspkt., Regler, Datei (DIN EN ISO 16484-5)

9) Falls erforderlich, sind bei gemeinsamen (shared) Datenpunkten die Funktionen im Client mit "A" und die im Server mit "B" zu kennzeichnen (siehe BIBBs).

Zeile Nr.

Gewerk:			Ein- / Ausgabefunktionen					Verarbeitungsfunktionen																				Managementfunktionen				Bedienfunktionen																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
			Physikalisch		Gemeinsam 3)			Überwachen			Steuern			Regeln				Rechnen / Optimieren																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Summenblatt Bad Saulgau			Binäre Ausgabe Schalten / Stellen 1)					Analoger Ausgabewert, Stellen / Sollwert					Binärer Eingabewert, Zustand					Zählwerteingabe					Analoger Eingabewert, Messen					Grenzwert fest					Grenzwert gleitend					Betriebsstundenerfassung					Ereigniszählung					Befehlsausführkontrolle					Meldungsbearbeitung 4)					Anlagensteuerung					Motorsteuerung					Umschaltung 5)					Folgesteuerung 5)					Sicherheits-/ Frostschutzsteuerung					P Regelung					PI / PID Regelung					Sollwertführung / -kennlinie					Stellausgabe stetig					Stellausgabe 2-Punkt 6)					Stellausg. Pulsweitenmodulation					Begrenzung Sollwert / Stellgröße					Parameterumschaltung					h.x geführte Strategie 7)					Arithmetische Berechnung 7)					Ereignisabhängiges Schalten					Zeitabhängiges Schalten					Gleitendes Ein- / Ausschalten					Zyklisches Schalten					Nachtkühlbetrieb					Gebäudetemperaturbegrenzung					Energierrückgewinnung					Netzersatzbetrieb					Netzlastbegrenzung					Höchstlastbegrenzung					Tarifabhängiges Schalten					Ein- Ausgabe Objekttyp 9)					Komplexer Objekttyp 8) 9)					Ereignis Langzeitspeicherung					Historisierung in Datenbank					Grafik / Anlagenbild					Dynamische Einblendung					Ereignis-Anweisungstext					Nachricht an externe Stelle																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
			Datenpunkt		Abschnitt	1					2					3					4					5					6					7					8					9					10					11					12					13					14					15					16					17					18					19					20					21					22					23					24					25					26					27					28					29					30					31					32					33					34					35					36					37					38					39					40					41					42					43					44					45					46					47					48					49					50					51					52					53					54					55					56					57					58					59					60					61					62					63					64					65					66					67					68					69					70					71					72					73					74					75					76					77					78					79					80					81					82					83					84					85					86					87					88					89					90					91					92					93					94					95					96					97					98					99					100					101					102					103					104					105					106					107					108					109					110					111					112					113					114					115					116					117					118					119					120					121					122					123					124					125					126					127					128					129					130					131					132					133					134					135					136					137					138					139					140					141					142					143					144					145					146					147					148					149					150					151					152					153					154					155					156					157					158					159					160					161					162					163					164					165					166					167					168					169					170					171					172					173					174					175					176					177					178					179					180					181					182					183					184					185					186					187					188					189					190					191					192					193					194					195					196					197					198					199					200					201					202					203					204					205					206					207					208					209					210					211					212					213					214					215					216					217					218					219					220					221					222					223					224					225					226					227					228					229					230					231					232					233					234					235					236					237					238					239					240					241					242					243					244					245					246					247					248					249					250					251					252					253					254					255					256					257					258					259					260					261					262					263					264					265					266					267					268					269					270					271					272					273					274					275					276					277					278					279					280					281					282					283					284					285					286					287					288					289					290					291					292					293					294					295					296					297					298					299					300					301					302					303					304					305					306					307					308					309					310					311					312					313					314					315					316					317					318					319					320					321					322					323					324					325					326					327					328					329					330					331					332					333					334					335					336					337					338					339					340					341					342					343					344					345					346					347					348					349					350					351					352					353					354					355					356					357					358					359					360					361					362					363					364					365					366					367					368					369					370					371					372					373					374					375					376					377					378					379					380					381					382					383					384					385					386					387					388					389					390					391					392					393					394					395					396					397					398					399					400					401					402					403					404					405					406					407					408					409					410					411					412					413					414					415					416					417					418					419					420					421					422					423					424					425					426					427					428					429					430					431					432					433					434					435					436					437					438					439					440					441					442					443					444					445					446					447					448					449					450					451					452					453					454					455					456					457					458					459					460					461					462					463					464					465					466					467					468					469					470					471					472					473					474					475					476					477					478					479					480					481					482					483					484					485					486					487					488					489					490					491					492					493					494					495					496					497					498					499					500					501					502					503					504					505					506					507					508					509					510					511					512					513					514					515					516					517					518					519					520					521					522					523					524					525					526					527					528					529					530					531					532					533					534					535					536					537					538					539					540					541					542					543					544					545					546					547					548					549					550					551					552					553					554					555					556					557					558					559					560					561					562					563					564					565					566					567					568					569					570					571					572					573					574					575					576					577					578					579					580					581					582					583					584					585					586					587					588					589					590					591					592					593					594					595					596					597					598					599					600					601					602					603					604					605					606					607					608					609					610					611					612					613					614					615					616					617					618					619					620					621					622					623					624					625					626					627					628					629					630					631					632					633					634					635					636					637					638					639					640					641					642					643					644					645					646					647					648					649					650					651					652					653					654					655					656					657					658					659					660					661					662					663					664					665					666					667					668					669					670					671					672					673					674					675					676					677					678					679					680					681					682					683					684					685					686					687					688					689					690					691					692					693					694					695					696					697					698					699					700					701					702					703					704					705					706					707					708					709					710					711					712					713					714					715					716					717					718					719					720					721					722					723					724					725					726					727					728					729					730					731					732					733					734					735					736					737					738					739					740					741					742					743					744					745					746					747					748					749					750					751					752					753					754					755					756					757					758					759					760					761					762					763					764					765					766					767					768					769					770					771					772					773					774					775					776					777					778					779					780					781					782					783					784					785					786					787					788					789					790					791					792					793					794					795					796					797					798					799					800					801					802					803					804					805					806					807					808					809					810					811					812					813					814					815					816					817					818					819					820					821					822					823					824					825					826					827					828					829					830					831					832					833					834					835					836					837					838					839					840					841					842					843					844					845					846					847					848					849					850					851					852					853					854					855					856					857					858					859					860					861					862					863					864					865					866					867					868					869					870					871					872					873					874					875					876					877					878					879					880					881					882					883					884					885					886					887					888					889					890					891					892					893					894					895					896					897					898					899					900					901					902					903					904					905					906					907					908					909					910					911					912					913					914					915					916					917					918					919					920					921					922					923					924					925					926					927					928					929					930					931					932					933					934					935					936					937					938					939					940					941					942					943					944					945					946					947					948					949					950					951					952					953					954					955					956					957					958					959					960					961					962					963					964					965					966					967					968					969					970					971					972					973					974					975					976					977					978					979					980					981					982					983					984					985					986					987					988					989					990					991					992					993					994					995					996					997					998					999					1000					1001					1002					1003					1004					1005					1006					1007					1008					1009					1010					1011					1012					1013					1014					1015					1016					1017					1018					1019					1020					1021					1022					1023					1024					1025					1026					1027					1028					1029					1030					1031					1032					1033					1034					1035					1036					1037					1038					1039					1040					1041					1042					1043					1044					1045					1046					1047					1048					1049					1050					1051					105	

SWBS-PB Projektterminplan

