



Ryser Ingenieure AG

Engestrasse 9
Postfach
3001 Bern
T 031 560 03 03
info@rysering.ch
www.rysering.ch

ARA Region Münsingen

Ersatz Blockheizkraftwerk

Schlussdokumentation

Technischer Bericht mit Abrechnung



Bern, 31. August 2023, Version Nr. 01, Projekt Nr. 793.151

Wasser ist unser Element

wir tragen Sorge dazu

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Ausgangslage	3
2	Realisierung	3
2.1	Projekt	3
2.2	Funktion	4
2.3	Installationen und technische Daten	4
2.3.1	Blockheizkraftwerke	4
2.3.2	Gasaufbereitung	5
2.3.3	Erdgasversorgung	5
2.3.4	Wärmespeicher	5
2.4	Zeitlicher Ablauf	6
3	Baukosten	6
3.1	Baukostenabrechnung	6
3.2	Notstromversorgung	6
3.3	Wärmespeicher	6
4	Bauwerksakten	7
4.1	Im Archiv der Ryser Ingenieure AG	7
4.2	Beim Auftraggeber	7

Anhang 1

- Fotodokumentation

Anhang 2

- Abnahmeprotokolle
- Leistungstest
- Emissionsmessung
- Technische Dokumentation SGK

Anhang 3

- Baukostenabrechnung inkl. MWST, mit beteiligten Firmen
- Rechnungsjournal inkl. und exkl. MWST

Beilagen

- Funktionsbeschreibung
- Komponentenliste
- Elektroschemen (nur digital)

Planbeilagen des ausgeführten Bauwerks

Faulung EG und 1. OG: Grundriss & Schnitte	1:50	Plan Nr. 793.15-24
Wiederaufbau Schopf: Grundriss & Fassaden	1:50	Plan Nr. 793.15-25
Gasraum: Grundriss, Schnitte, Isometrie, Anlageschema	1:50	Plan Nr. 793.15-26
Faulturm: Verstärkungsmassnahmen	1:20	Plan Nr. 7569.01

Beilagen extern:

- Betriebsanleitung Avesco

1 Ausgangslage

Die ARA Münsingen reinigt das Abwasser von insgesamt rund 22'000 Einwohnerwerten aus sechs verschiedenen Gemeinden mit einer klassischen Belebtschlammanlage. Die Schlammstabilisierung erfolgt in einer Faulung mit der Verwertung des Klärgases in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) zur Wärme- und Stromgewinnung.

Der produzierte Strom wird, soweit möglich, direkt selber verbraucht. Der Stromüberschuss wird ins Netz der InfraWerkeMünsingen (IWM) eingespeist. Die produzierte Wärme wird für die Gebäude- und Faulschlammheizung genutzt. Im Sommer wird die überschüssige Wärme ungenutzt ins Freie abgegeben.

Zur Abdeckung von Wärmebedarfsspitzen steht ein kombinierter Öl-/Gasheizkessel zur Verfügung. Dieser Heizkessel hat das Ende seiner Lebensdauer erreicht und war der eigentliche Auslöser, um im Jahr 2019 eine energetische Gesamtbetrachtung durchzuführen. Auf Basis der ausgearbeiteten Energiestrategie hat die Betriebskommission entschieden, dass die ARA Münsingen das produzierte Klärgas weiterhin mittels BHKW verwerten soll.

Das bestehende BHKW der ARA Münsingen stammt aus dem Jahr 2003 und hat das Ende seiner Lebensdauer ebenfalls erreicht. Zudem laufen aufgrund der Luftreinhalteverordnung folgende Betriebsbewilligungen ab:

- für das BHKW, per Ende 2023
- für den ölbetriebenen Notstromgenerator, per Ende 2028

2 Realisierung

2.1 Projekt

Damit die ARA Münsingen genügend Flexibilität hat, um den volatil anfallenden Solarstrom auszugleichen und gleichzeitig eine Redundanz für Revisionen oder Störungen von einem BHKW verfügt, wurde das bestehende BHKW durch zwei kleinere BHKW ersetzt. Um die Wärmenutzung zu optimieren, wurden die beiden BHKW an einem neuen Standort zwischen den Faultürmen aufgestellt. Hierfür musste der Boden vorgängig mit Klebarmierungen und einer Kalksandsteinmauer verstärkt werden. Zudem wurde das Heizsystem mit zwei Warmwasserspeichern mit einem Volumen von total knapp 10 m³ ergänzt.

Die Projektgrundlage stellte das Bauprojekt vom 3. November 2020 dar. Aufgrund der höheren Wirkungsgrade der beiden neuen BHKW sowie die Optimierung des Heizsystems durch den Umzug der BHKW und die Installation der Wärmespeicher, kann zukünftig auf einen Spitzenlastkessel verzichtet werden.

Das alte BHKW und der Spitzenlastkessel, welche sich im Gebläseraum befanden, wurden zurückgebaut.

Während der Erarbeitung des Baugesuchs wurde entschieden, den zerlegten Schopf aus früheren Zeiten wiederaufzubauen und mit einer Solaranlage auszurüsten (bauseits).

2.2 Funktion

Die neuen BHKW werden lastabhängig betrieben. Dies bedeutet, dass der Leistungsaustausch (Bezug und Abgabe) mit dem IWM-Netz auf ein Minimum reduziert werden soll.

Sobald der Notstromdiesel ausser Betrieb genommen ist, werden im Notstromfall die beiden BHKW mit Erdgas betrieben und stellen so die Stromversorgung sicher. Die Erdgasversorgung erfolgt über Erdgasbündel. Wenn die BHKW-Steuerung die, bei einem Netzausfall übliche, Phasenverschiebung (Vektorsprung) detektiert, werden die beiden BHKW aus dem Normalbetrieb heruntergefahren und mit Erdgas wieder gestartet. Sobald die BHKW betriebsbereit sind, werden die beiden Regenschnecken seriell in Betrieb genommen.

Bei der Netzurückkehr werden die beiden BHKW aus dem Notstrombetrieb heruntergefahren und anschliessend gemäss den Anforderungen im Normalbetrieb wieder gestartet.

Im Rahmen der befürchteten Strommangellage aufgrund des Ukrainekrieges wurde entschieden, den Notstromdiesel noch nicht zu demontieren. Somit übernimmt dieser nach wie vor die Notstromversorgung. Die BHKW sind jedoch für die spätere Aufschaltung der Notstromversorgung vorgesehen.

2.3 Installationen und technische Daten

2.3.1 Blockheizkraftwerke

Die neuen BHKW weisen die nachfolgenden technischen Daten auf:

- Lieferant: Avesco AG
- Anzahl: 2
- Typ: TBG 924
- Motor: Liebherr TBG 924, 4 Zylinder
- Generator: LSA 44.3 S5 / 4p, 1'500 min⁻¹, 50 Hz / 400 V
- Generatorleistung: je 72 kW_{el}

- Thermische Leistung:
 - BHKW 1 inkl. Rekuperator 110 kW_{th}
 - BHKW 2 94 kW_{th}

- Elektrischer Wirkungsgrad:
 - BHKW 1 33.9 % (Messwert)
 - BHKW 1 36.3 % (Messwert nach ISO-Normbedingungen)
 - BHKW 2 34.0 % (Messwert)
 - BHKW 2 36.5 % (Messwert nach ISO-Normbedingungen)

- Thermischer Wirkungsgrad:
 - BHKW 1 46.6 % (Messwert)
 - BHKW 2 48.1 % (Messwert)

- Brennstoff: Klärgas
- Heizwert Klärgas: 5.9 kWh/Nm³
- Schadstoffausstoss:
 - NO_x < 250 mg/Nm³
 - CO < 650 mg/Nm³

2.3.2 Gasaufbereitung

Im Gegensatz zum alten BHKW, muss das Klärgas für den Betrieb mit den neuen BHKW mittels Aktivkohlefilter vorbehandelt werden. Aus diesem Grund wurde die Gasaufbereitung mit den nachfolgenden Komponenten ergänzt:

- 1 x Aktivkohlefilter ASF 600, Inhalt 200 kg
- 1 x elektrische Gaserwärmung
- 2 x Hauptgasmagnetventil 230 V (stromlos geschlossen)
- 2 x Gaszähler mit Methankonzentrationsmessung

2.3.3 Erdgasversorgung

Im Notstromfall werden die beiden BHKW über Erdgasbündel gespeist. Mit Ausnahme der beiden Hauptgasmagnetventile sind keine elektrischen Aggregate oder Messstellen verbaut. Um den Notstrombetrieb sicherzustellen, wurden die nachfolgenden Komponenten montiert:

- 2 x Erdgasbündel 600 l, 200 bar, Inhalt 144 Nm³
- 1 x Bündelumschaltstation inkl. Druckreduzierung 200 bar → 8 bar
- 1 x Regelventil inkl. Druckreduzierung 8 bar → 50 mbar
- 2 x Hauptgasmagnetventil 24 V

Wie im Kapitel 2.2 bereits erwähnt, entschied die Betriebskommission im August 2022, dass aufgrund der befürchteten Strommangellage die Notstromversorgung weiterhin mittels Dieselsegenerator sichergestellt und dieser zu einem späteren Zeitpunkt zurückgebaut wird.

2.3.4 Wärmespeicher

Die technischen Mängel des Heizsystems, aufgrund des Fehlens von Wärmespeichern, sind dem Betriebspersonal der ARA Münsingen schon seit Jahren bekannt. Aus diesem Grund wurde im Rahmen des Ausführungsprojektes das vorhandene Optimierungspotential sowie mögliche Lösungen und deren Finanzierung nochmals genauer untersucht. Daraufhin wurde entschieden, im Faulturm Keller zwei Warmwasserspeicher zu montieren:

- Lieferant: Jenni Energietechnik AG
- Anzahl: 2
- Durchmesser: 1'600 mm
- Höhe: 2'480 mm
- Inhalt: 4'700 l

Die Wärmespeicher wurden so ausgeführt, dass sie bei Bedarf mit weiteren Speichern ergänzt werden können. Zudem wurden drei Elektroheizsätze à 8 kW pro Wärmespeicher verbaut, damit diese bei Bedarf mit überschüssigem Strom geheizt werden können. Die Elektroheizsätze sind jedoch elektrisch noch nicht angeschlossen.

Um weiterhin eine genügende Heizwasserumwälzung sicherzustellen wurde die bestehende Umwälzpumpe durch eine Biral, Modula 65-12 340 RED ersetzt.

2.4 Zeitlicher Ablauf

– Baustart	8. Dezember 2021
– Anlieferung BHKW	21. März 2022
– Montage Gasaufbereitung 1. Etappe	April 2022
– Anlieferung Notkühler	4. Mai 2022
– Montage BHKW	Mai 2022
– Trockenabnahme BHKW	17. Mai 2022
– Umbau Schaltschränke und Elektroinstallationen	Juni – September 2022
– Inbetriebnahme BHKW	September 2022
– Nassabnahme BHKW	23. November 2022
– Rückbau altes BHKW	Januar – April 2023
– Inbetriebnahme Erdgasversorgung	16. Mai 2023
– Bauabschluss	30. Juni 2023
– Schlussdokumentation	31. August 2023

3 Baukosten

3.1 Baukostenabrechnung

Wir verweisen auf die separate Baukostenabrechnung nach BKP (Baukostenplan) mit allen aufgelisteten Rechnungen und rechnungsstellenden Firmen, im Anhang.

Im Rechnungsjournal, ebenfalls im Anhang, sind die Beträge chronologisch, inklusive und exklusive MWST aufgelistet.

Kreditkontrolle (Beträge exkl. MWST)

Kostenvoranschlag vom 3. November 2020	CHF	1'300'000.00	100.0 %
Baukostenabrechnung vom 31. August 2023	CHF	1'188'953.90	91.5 %
Minderkosten	CHF	111'046.10	8.5 %

3.2 Notstromversorgung

Wie in Kapitel 2.2 und 2.3.3 erwähnt, wird die Notstromversorgung weiterhin mittels Dieselgenerator sichergestellt. Die Inbetriebnahme der BHKW-Notstromfunktion führt in einer zweiten Etappe zu Kosten von rund CHF 50'000.00 exkl. MWST.

3.3 Wärmespeicher

Wie in Kapitel 2.3.4 erwähnt, war die Beschaffung der Wärmespeicher in diesem Projekt nicht vorgesehen. Die Kosten für deren Lieferung und Montage inkl. Anpassung des Heizsystems beliefen sich auf rund CHF 85'000.00 exkl. MWST. Für die Anpassung des Heizsystems waren im KV jedoch nur CHF 24'000.00 exkl. MWST vorgesehen, weshalb mit der Bauherrschaft zuerst die Finanzierung geprüft wurde. Da die Mitarbeiter der ARA Münsingen die obsoleten Komponenten selbst zurückbauten und durch eine Optimierung der BHKW-Lüftung die Arbeiten an der Fassade auf ein Minimum reduziert wurden, konnten die Kosten für die

neuen Wärmespeicher über die im KV vorgesehenen Aufwände für die Abbruch- sowie Fassadenarbeiten abgerechnet werden.

4 Bauwerksakten

4.1 Im Archiv der Ryser Ingenieure AG

- Vorliegende Dokumentation (während min. 10 Jahren)
- Rechnungen (während min. 10 Jahren)
- Werkverträge (während min. 10 Jahren)
- Abnahmeprotokolle (während min. 10 Jahren)
- Bauprotokolle (während min. 10 Jahren)
- Elektronische Daten (während min. 10 Jahren)

4.2 Beim Auftraggeber

- Vorliegende Dokumentation
- Eigene Daten



Michael Steiner

Leiter Fachbereich Abwasser
dipl. Umwelting. ETH/SIA



i. V. Adrian Bugmann

Projektleiter
BSc Maschinentechnik FH

Stand: Version 01 vom 31. August 2023
Überarbeitete Kapitel: -
Autor: Adrian Bugmann, Ryser Ingenieure AG
E-Mail: adrian.bugmann@rysering.ch
Mitautor: -
Korreferat: Michael Steiner, Ryser Ingenieure AG

L:\Windaten\793-151 Ersatz BHKW\10-Inbetriebnahme, Schlussdokumentation\01 Bericht\be 230831 ARA Münsingen Ersatz BHKW V01.docx

Anhang 1



Bodenverstärkung neuer BHKW Standort



Anlieferung BHKW



BHKW fertig montiert



Abgasrekuperator



Zu- und Abluft BHKW



Schrank zu Hauptgasmagnetventilen



Warmwasserspeicher



Aktivkohlefilter mit Gaserwärmung



Erdgaseinspeisung



Umgebauter Schopf

L:\Windaten\793-151 Ersatz BHKW\10-Inbetriebnahme, Schlussdokumentation\02 Fotodokumentation\odoku 230831 v01.docx

Anhang 2

Abnahme des Werkes gem. Art. 157 ff. Norm SIA 118

Bauobjekt: Ersatz Blockheizkraftwerk

Bauherr: ARA Region Münsingen vertreten durch: Roland Sterchi

Bauleitung: Ryser Ingenieure AG vertreten durch: Adrian Bugmann

Unternehmer: Cäsar Bay AG vertreten durch: Stefan Iseli

Werkvertrag vom: 18. Oktober 2021

betr. folgende Arbeiten: BKP 211 – Baumeisterarbeiten

Prüfungs-Protokoll

Die Prüfung gemäss Art. 158 Abs. 2 (gemeinsame Prüfung) Art. 161 Abs. 3 (nach Mängelbehebung)
ergab:

keine Mängel unwesentliche Mängel wesentliche Mängel

Frist zur Behebung der Mängel: -

Bemerkungen:

-

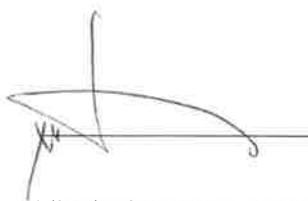
Das Werk gilt als abgenommen (Art. 159, 160)
 Die Abnahme wird zurückgestellt (Art. 161)

Ort, Datum: Münsingen, 23.02.2023

Der Unternehmer:

Die Bauleitung:

Der Bauherr:



L:\Windaten\793-151 Ersatz BHKW\10-Inbetriebnahme, Schlussdokumentation\03 Abnahmeprotokolle\BKP211_Abnahmeprotokoll.docx

Abnahme des Werkes gem. Art. 157 ff. Norm SIA 118

Bauobjekt: Ersatz Blockheizkraftwerk

Bauherr: ARA Region Münsingen vertreten durch: Roland Sterchi

Bauleitung: Ryser Ingenieure AG vertreten durch: Adrian Bugmann

Unternehmer: Müller Schlosserei AG vertreten durch: Urs Müller

Werkvertrag vom: 08. Februar 2022

betr. folgende Arbeiten: BKP 272 – Metallbauarbeiten

Prüfungs-Protokoll

Die Prüfung gemäss Art. 158 Abs. 2 (gemeinsame Prüfung) Art. 161 Abs. 3 (nach Mängelbehebung) ergab:

keine Mängel unwesentliche Mängel wesentliche Mängel

Frist zur Behebung der Mängel: -

Bemerkungen:

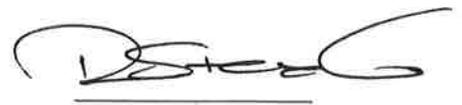
Das Werk gilt als abgenommen (Art. 159, 160)
 Die Abnahme wird zurückgestellt (Art. 161)

Ort, Datum: Münsingen, 20.06.2023

Der Unternehmer:

Die Bauleitung:

Der Bauherr:



L:\Wdaten\793-151 Ersatz BHKW\10-Inbetriebnahme, Schlussdokumentation\03 Abnahmeprotokolle\BKP272_Abnahmeprotokoll.docx

Abnahmeprotokoll Elektro

Abnahme des Werkes gemäss Art. 157 ff. Norm SIA 118

Bauobjekt: ARA Münsingen
 Arbeiten / Anlagen: Ersatz BHKW, Schaltanlagenbau
 Werkvertrag / Offerte vom: 07.12.21
 Abnahme des geprüften Werkes nach Art. 157-164 (SIA 118)
 Schlussprüfung nach Art. 177 (SIA 118) (Ende der Garantiefrist) am: 23.08.2023

Teilnehmer:
 Bauherr: Roland Sterchi
 Fachbauleitung: Nathalie Descombes
 Unternehmer: Nikos Kuhn

- Abnahme des mängelfreien Werkes (Art. 159)
- Abnahme mit unwesentlichen Mängeln Art. 160)
- Abnahme wird wegen wesentlichen Mängeln zurückgestellt (Art. 161) bis:
- Abnahme trotz wesentlicher Mängel (Art. 162)
- Abnahme ohne Prüfung (Art. 164)
- Die aufgeführten Mängel sind zu beheben bis:
- Minderwert (nach Art. 169) von Fr.
- Minderwert wird noch vereinbart
- Vorbehalt:

- Instruktion wurde erteilt und Dokumente abgegeben:
- Bedienung, Wartung und Pflege an am:
 - Revisionspläne, Schemata und Dokumentationen gem. beil. Verzeichnis übergeben an BERING AG zur Weiterverarbeitung am: fortlaufend
 - Bauartnachweis an BERING AG zur Weiterleitung am: 23.08.2023
 - Eigentumsverhältnis am:
 - Inbetriebsetzung am:
 - Garantiebeginn (Rügefrist SIA) am:

Ort, Datum: Kehrsatz, 24.08.2023

WERDER + PARTNER
Elektrotechnik AG
 Bernstrasse 89
 3122 Kehrsatz
 Tel. 031 991 33 88
 Unterehmer / Liefer. Bauherrschaft

BERING AG
 Professionelles Elektroengineering
 Papiermühlstrasse 4
 Tel. 031 337 52 52
 Fax 031 337 52 62
 3000 Bern 25

N. Descombes
 BERING AG

ARA Region Münsingen
 3110 Münsingen
 der Betriebsleiter:
[Signature]
 Bauherrschaft

Verteiler:
 an alle Teilnehmer sowie: Adrian Bugmann, Ryser Ingenieure

Abnahme des Werkes gem. Art. 157 ff. Norm SIA 118

Bauobjekt: Ersatz Blockheizkraftwerk

Bauherr: ARA Region Münsingen vertreten durch: Roland Sterchi

Bauleitung: Ryser Ingenieure AG vertreten durch: Adrian Bugmann

Unternehmer: Schärer AG vertreten durch: Adriatik Zejnaj

Werkvertrag vom: 22. April 2022

betr. folgende Arbeiten: BKP 343 - Wärmeverteilung

Prüfungs-Protokoll

Die Prüfung gemäss Art. 158 Abs. 2 (gemeinsame Prüfung) Art. 161 Abs. 3 (nach Mängelbehebung) ergab:

keine Mängel unwesentliche Mängel wesentliche Mängel

Frist zur Behebung der Mängel: -

Bemerkungen:

-

Das Werk gilt als abgenommen (Art. 159, 160)
 Die Abnahme wird zurückgestellt (Art. 161)

Ort, Datum: Münsingen, 08.05.2023

Der Unternehmer:

Die Bauleitung:

Der Bauherr:

SCHÄRER AG
MÜNSINGEN
Sanitär & Spenglerei
Heizung
Bernstrasse 9, 3110 Münsingen



L:\Windaten\793-151 Ersatz BHKW\10-Inbetriebnahme, Schlussdokumentation\03 Abnahmeprotokolle\BKP343_Abnahmeprotokoll.docx

Abnahme des Werkes gem. Art. 157 ff. Norm SIA 118

Bauobjekt: Ersatz Blockheizkraftwerk
Bauherr: ARA Region Münsingen vertreten durch: Roland Sterchi
Bauleitung: Ryser Ingenieure AG vertreten durch: Adrian Bugmann
Unternehmer: Romo AG vertreten durch: Robert Wildgrube
Werkvertrag vom: 08. Februar 2022
betr. folgende Arbeiten: BKP 358 – Grossrohrinstallationen

Prüfungs-Protokoll

Die Prüfung gemäss
ergab:

<input checked="" type="checkbox"/> Art. 158 Abs. 2 (gemeinsame Prüfung)	<input type="checkbox"/> Art. 161 Abs. 3 (nach Mängelbehebung)	
<input checked="" type="checkbox"/> keine Mängel	<input type="checkbox"/> unwesentliche Mängel	<input type="checkbox"/> wesentliche Mängel

Frst zur Behebung der Mängel: -

Bemerkungen:

Das Werk gilt als abgenommen (Art. 159, 160)
 Die Abnahme wird zurückgestellt (Art. 161)

Ort, Datum: Münsingen, 22.05.2023

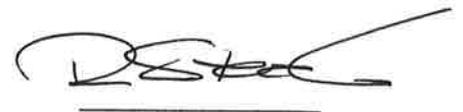
Der Unternehmer:

Die Bauleitung:

Der Bauherr:


Egelstahlbau AG
Bühlstrasse 5
3671 Herbligen
Tel. 031 771 34 40





L:\Windaten\793-151 Ersatz BHKW\10-Inbetriebnahme, Schlusdokumentation\03 Abnahmeprotokolle\BKP358_Abnahmeprotokoll.docx

Abnahme des Werkes gem. Art. 157 ff. Norm SIA 118

Bauobjekt: Ersatz Blockheizkraftwerk

Bauherr: ARA Region Münsingen vertreten durch: Roland Sterchi

Bauleitung: Ryser Ingenieure AG vertreten durch: Adrian Bugmann

Unternehmer: Argovia AG vertreten durch: Patrick Voss

Werkvertrag vom: 01. April 2022

betr. folgende Arbeiten: BKP 642.8 – Gasbündel für Notstrom: Umschaltstation

Prüfungs-Protokoll

Die Prüfung gemäss Art. 158 Abs. 2 (gemeinsame Prüfung) Art. 161 Abs. 3 (nach Mängelbehebung) ergab:

keine Mängel unwesentliche Mängel wesentliche Mängel

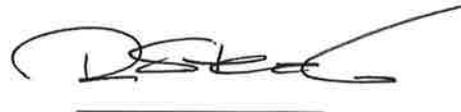
Frist zur Behebung der Mängel: -

Bemerkungen:

Das Werk gilt als abgenommen (Art. 159, 160)
 Die Abnahme wird zurückgestellt (Art. 161)

Ort, Datum: Münsingen, 16.05.2023

Der Unternehmer: Die Bauleitung: Der Bauherr:



L:\Windaten\793-151 Ersatz BHKW\10-Inbetriebnahme, Schlussdokumentation\03 Abnahmeprotokolle\BKP642.8_Abnahmeprotokoll.docx

4.7 Leistungsnachweis BHKW avesco CAT

Aggregattyp:	TBG924	Messung-Nr.:	3	Gasart:	Klärgas	Auftrags-Nr.:	21M0688	Aggregat-Nr.:	1
Kunde:	ARA Münsingen	Datum:	29.11.2022	Motor-Nr.:	C21.01.90311	Last:	60%		

Messwerte für die Wirkungsgradberechnung

Messreihe	Zeit [min]	Volumenzähler Gas (A5) [m³]	Gastemperatur (A25) [°C]	Gasdruck (A25) [mbar]	Luftdruck vor Ort (A1) [mbar]	Energiezähler elektr. [kWh]	Energiezähler therm. [kWh]	Heizwassereintritt Temperatur [°C]	Heizwasseraustritt Temperatur [°C]	Volumenzähler Heizwasser [m³]
1	0.0	20412.8	27.2	37.2	957.0	0.0	0.0	80.6	89.2	0.0
2	15.0	20419.6	26.6	37.2	957.0	11.1				
3	30.0	20426.4	26.0	37.2	957.0	22.1	34.0			7.0
4										
5										
	30.0	13.6	26.6	37.2	957.0	22.1	34.0	80.6	89.2	7.0

Abgaswerte

A9 Temperatur vor ATL	489	°C
A7 Temperatur nach Kat / BHKW	430 / 102	°C
A7 Druck nach ATL		mbar
CO *:	3	[mg/m³ @ 5% O2]
NOx *:	267	[mg/m³ @ 5% O2]
O2:	8.1	%

Möglicher Fehler der Messgeräte +/- (Schätzwerte)

Temperatur Gas	1.00	K
Volumen Gas	1.50	%
Volumen Wasser	2.07	%
Temp.Diff. Wasser	1.20	%
Brennwert *	0.06	kWh/m³
el. Energiezähler	1.50	%
th. Energiezähler	1.50	%

Umgebungsbedingungen:

A1 relative Luftfeuchtigkeit:	24%	
A25 relative Gasfeuchtigkeit:	27%	
Aufstellhöhe	540	m
Energiezähler:	1.0	
Faktor Energiezähler	1.0	
Brennwert (H _s) *	6.592	kWh/m³
Heizwert (H _i) *	5.941	kWh/m³
Umrechnungsfaktor i (H _i /H _s)	0.901	
A12 KW Temp. Austritt Motor:	85.5	°C
A17 minimale Gemischkühlwasser-Temp.	78.0	°C
A17 maximale Gemischkühlwasser-Temp.	83.0	°C
A4 Drosselklappenöffnung	31.2%	
Durchmesser Bypass-Scheibe		mm
Temperatur Verbrennungsluft	22.4	°C
Normdichte Brenngas *	1.1966	
Gastemperatur nach Gaskühlung		°C
Hilfsbetriebeleistung	1.00	kW
WP-Bezugsleistung (falls vorhanden)		kW

Einstellwerte bei der Messung:

Zündzeitpunkt:	24.0	°vor OT
Brennraumtemperatur-Mittelwert:	408	°C
Lambdaspannung:	-	mV
Lambdawert:	1.63	

	Messwerte:	5% Toleranz:
Gasverbrauch, Betriebs-m³	27.20	25.8
Gasverbrauch, Norm-m³ *	24.32	23.1
Berücksichtigung der Gasfeuchtigkeit *	24.09	22.9
Generatorwirkungsgrad (Herstellerangabe)	93.20%	

Leistungsbilanz

	5% Toleranz:	+/-8%Toleranz:
Brennstoffleistung	143.1	136.0
Mittl. Generatorleistung (Faktor Energiezähler berücksichtigt)	44.2	44.2
Thermische Leistung (Wert von Wärmerechner)	68.1	62.6 73.5
Thermische Leistung (Berechneter Wert)	67.8	62.4 73.2

Aus Messwerten errechnete Wirkungsgrade

Elektrischer Wirkungsgrad (brutto an Generator клемме)	30.88%	32.51%	elektrisch
Elektrischer Wirkungsgrad (netto nach Abzug WP- und Hilfsbetriebeleistung)	30.19%	31.77%	elektrisch
Mechanischer Wirkungsgrad Gasmotor	33.14%	34.88%	mechanisch
Thermischer Wirkungsgrad	47.56%	51.36%	thermisch
Gesamtwirkungsgrad BHKW	77.74%	86.17%	gesamt
Elektrischer Wirkungsgrad nach ISO-Normbedingungen	33.07%	34.81%	elektrisch

Mögliche Messfehler +/-

relativer Fehler:	absoluter Fehler:
2.8%	3.95 kW
1.5%	0.66 kW
4.8%	0.03 kW

Wirkungsbereich unter Berücksichtigung der 5%/- 8%/- Toleranz

relativer Fehler:	mindestens:	maximal:	Vertraglich festgelegte Wirkungsgrade:
4.3%	31.13%	33.90%	
7.5%	47.49%	55.23%	51.10%
3.4%	83.26%	89.08%	85.80%
4.3%	33.32%	36.29%	34.70%

Bemerkungen:

* Volumen beziehen sich auf Normbedingungen (Normkubikmeter)

Gasanalyse von SGS: Probe 1 Hi = 5.941 kWh/m3

Angaben geprüft: 16. Dez. 2022; SSC

4.7 Leistungsnachweis BHKW avesco CAT

Aggregattyp:	TBG924	Messung-Nr.:	2	Gasart:	Klärgas	Auftrags-Nr.:	21M0688	Aggregat-Nr.:	1
Kunde:	ARA Münsingen	Datum:	29.11.2022	Motor-Nr.:	C21.01.90311	Last:	80%		

Messwerte für die Wirkungsgradberechnung

Messreihe	Zeit [min]	Volumenzähler Gas (A5) [m³]	Gastemperatur (A25) [°C]	Gasdruck (A25) [mbar]	Luftdruck vor Ort (A1) [mbar]	Energiezähler elektr. [kWh]	Energiezähler therm. [kWh]	Heizwassereintritt Temperatur [°C]	Heizwasseraustritt Temperatur [°C]	Volumenzähler Heizwasser [m³]
1	0.0	20334.1	25.2	35.4	957.0	0.0	0.0	80.8	91.4	0.0
2	15.0	20342.5	25.2	35.4	957.0	14.5				
3	30.0	20350.9	25.2	35.4	957.0	29.0	42.0			7.0
4										
5										
	30.0	16.8	25.2	35.4	957.0	29.0	42.0	80.8	91.4	7.0

Abgaswerte

A9 Temperatur vor ATL	498	°C
A7 Temperatur nach Kat / BHKW	430 / 109	°C
A7 Druck nach ATL		mbar
CO *	8	[mg/m³ @ 5% O2] (zul. Abweichung: +10%)
NOx *	267	[mg/m³ @ 5% O2] (zul. Abweichung: +10%)
O2:	8.3	% (zul. Abweichung: +10%)

Möglicher Fehler der Messgeräte +/-

(Schätzwerte)		
Temperatur Gas	1.00	K
Volumen Gas	1.50	%
Volumen Wasser	2.07	%
Temp.Diff. Wasser	1.06	%
Brennwert *	0.06	kWh/m³
el. Energiezähler	1.50	%
th. Energiezähler	1.50	%

Umgebungsbedingungen:

A1 relative Luftfeuchtigkeit:	24%	
A25 relative Gasfeuchtigkeit:	27%	
Aufstellhöhe	540	m
Energiezähler:	1.0	
Faktor Energiezähler	1.0	
Brennwert (H _s) *	6.592	kWh/m³
Heizwert (H _i) *	5.941	kWh/m³
Umrechnungsfaktor i (H _i /H _s)	0.901	
A12 KW Temp. Austritt Motor:	86.2	°C
A17 minimale Gemischkühlwasser-Temp.	78.0	°C
A17 maximale Gemischkühlwasser-Temp.	85.0	°C
A4 Drosselklappenöffnung	37.2%	
Durchmesser Bypass-Scheibe		mm
Temperatur Verbrennungsluft	24.4	°C
Normdichte Brenngas *	1.1966	
Gastemperatur nach Gaskühlung		°C
Hilfsbetriebeleistung	1.00	kW
WP-Bezugsleistung (falls vorhanden)		kW

Einstellwerte bei der Messung:

Zündzeitpunkt:	24.0	°vor OT
Brennraumtemperatur-Mittelwert:	415	°C
Lambdaspannung:	-	mV
Lambdawert:	1.65	

	Messwerte:	5% Toleranz:
Gasverbrauch, Betriebs-m³	m³/h 33.60	31.9
Gasverbrauch, Norm-m³ *	m³/h 30.13	28.6
Berücksichtigung der Gasfeuchtigkeit *	m³/h 29.87	28.4
Generatorwirkungsgrad (Herstellerangabe)	93.80%	

Leistungsbilanz

		5% Toleranz:	
Brennstoffleistung	kW 177.4	168.6	
Mittl. Generatorleistung (Faktor Energiezähler berücksichtigt)	kW 58.0	58.0	
Thermische Leistung (Wert von Wärmerechner)	kW 84.0	77.3	90.7
Thermische Leistung (Berechneter Wert)	kW 83.6	76.9	90.3

Aus Messwerten errechnete Wirkungsgrade

Elektrischer Wirkungsgrad (brutto an Generatorklemme)	32.71%	34.43%	elektrisch
Elektrischer Wirkungsgrad (netto nach Abzug WP- und Hilfsbetriebeleistung)	32.15%	33.84%	elektrisch
Mechanischer Wirkungsgrad Gasmotor	34.87%	36.71%	mechanisch
Thermischer Wirkungsgrad	47.33%	51.12%	thermisch
Gesamtwirkungsgrad BHKW	79.48%	88.06%	gesamt
Elektrischer Wirkungsgrad nach ISO-Normbedingungen	35.09%	36.94%	elektrisch

Mögliche Messfehler +/-

relativer Fehler:	absoluter Fehler:	
2.8%	4.90	kW
1.5%	0.87	kW
4.6%	0.04	kW

Wirkungsbereich unter Berücksichtigung der 5%/- 8%/- Toleranz

relativer Fehler:	mindestens:	maximal:	Vertraglich festgelegte Wirkungsgrade:
4.3%	32.97%	35.90%	
7.4%	47.34%	54.90%	50.30%
3.4%	85.07%	91.05%	87.10%
4.3%	35.37%	38.51%	36.80%

Bemerkungen:

* Volumen beziehen sich auf Normbedingungen (Normkubikmeter)

Gasanalyse von SGS: Probe 1 Hi = 5.941 kWh/m3

Angaben geprüft: 16. Dez. 2022; SSC

4.7 Leistungsnachweis BHKW avesco CAT

Aggregattyp:	TBG924	Messung-Nr.:	1	Gasart:	Klärgas	Auftrags-Nr.:	21M0688	Aggregat-Nr.:	1
Kunde:	ARA Münsingen	Datum:	29.11.2022	Motor-Nr.:	C21.01.90311	Last:	100%		

Messwerte für die Wirkungsgradberechnung

Messreihe	Zeit [min]	Volumenzähler Gas (A5) [m³]	Gastemperatur (A25) [°C]	Gasdruck (A25) [mbar]	Luftdruck vor Ort (A1) [mbar]	Energiezähler elektr. [kWh]	Energiezähler therm. [kWh]	Heizwassereintritt Temperatur [°C]	Heizwasseraustritt Temperatur [°C]	Volumenzähler Heizwasser [m³]
1	0.0	20298.2	25.2	25.6	957.0	0.0	0.0	79.3	91.8	0.0
2	15.0	20308.3	24.6	25.4	957.0	17.9				
3	30.0	20318.4	24.5	25.6	957.0	35.8	49.2			7.0
4										
5										
	30.0	20.2	24.8	25.5	957.0	35.8	49.2	79.3	91.8	7.0

Abgaswerte

A9 Temperatur vor ATL	503	°C
A7 Temperatur nach Kat / BHKW	426 / 110	°C
A7 Druck nach ATL		mbar
CO *	22	[mg/m³ @ 5% O2] (zul. Abweichung: +10%)
NOx *	256	[mg/m³ @ 5% O2] (zul. Abweichung: +10%)
O2:	8.5	% (zul. Abweichung: +10%)

Möglicher Fehler der Messgeräte +/- (Schätzwerte)

Temperatur Gas	1.00	K
Volumen Gas	1.50	%
Volumen Wasser	2.07	%
Temp.Diff. Wasser	0.98	%
Brennwert *	0.06	kWh/m³
el. Energiezähler	1.50	%
th. Energiezähler	1.50	%

Umgebungsbedingungen:

A1 relative Luftfeuchtigkeit:	24%	
A25 relative Gasfeuchtigkeit:	27%	
Aufstellhöhe	540	m
Energiezähler:	1.0	
Faktor Energiezähler	1.0	
Brennwert (H _s) *	6.592	kWh/m³
Heizwert (H _i) *	5.941	kWh/m³
Umrechnungsfaktor i (H _i /H _s)	0.901	
A12 KW Temp. Austritt Motor:	86.2	°C
A17 minimale Gemischkühlwasser-Temp.	78.0	°C
A17 maximale Gemischkühlwasser-Temp.	86.0	°C
A4 Drosselklappenöffnung	68.0%	
Durchmesser Bypass-Scheibe		mm
Temperatur Verbrennungsluft	23.7	°C
Normdichte Brenngas *	1.1966	
Gastemperatur nach Gaskühlung		°C
Hilfsbetriebeleistung	1.10	kW
WP-Bezugsleistung (falls vorhanden)		kW

Einstellwerte bei der Messung:

Zündzeitpunkt:	24.0	°vor OT
Brennraumtemperatur-Mittelwert:	423	°C
Lambdaspannung:	-	mV
Lambdawert:	1.68	

	Messwerte:	5% Toleranz:
Gasverbrauch, Betriebs-m³	40.40	38.4
Gasverbrauch, Norm-m³ *	35.92	34.1
Berücksichtigung der Gasfeuchtigkeit *	35.61	33.8
Generatorwirkungsgrad (Herstellerangabe)	94.50%	

Leistungsbilanz

	5% Toleranz:	+/-8%Toleranz:
Brennstoffleistung	211.5	201.0
Mittl. Generatorleistung (Faktor Energiezähler berücksichtigt)	71.6	71.6
Thermische Leistung (Wert von Wärmerechner)	98.5	90.6 106.4
Thermische Leistung (Berechneter Wert)	98.0	90.1 105.8

Aus Messwerten errechnete Wirkungsgrade

Elektrischer Wirkungsgrad (brutto an Generatorklemme)	33.85%	35.63%	elektrisch
Elektrischer Wirkungsgrad (netto nach Abzug WP- und Hilfsbetriebeleistung)	33.33%	35.08%	elektrisch
Mechanischer Wirkungsgrad Gasmotor	35.82%	37.70%	mechanisch
Thermischer Wirkungsgrad	46.56%	50.28%	thermisch
Gesamtwirkungsgrad BHKW	79.88%	88.51%	gesamt
Elektrischer Wirkungsgrad nach ISO-Normbedingungen	36.32%	38.23%	elektrisch

Mögliche Messfehler +/-

relativer Fehler:	absoluter Fehler:
2.8%	5.84 kW
1.5%	1.07 kW
4.6%	0.04 kW

Wirkungsbereich unter Berücksichtigung der 5%/- 8%/- Toleranz

relativer Fehler:	mindestens:	maximal:	Vertraglich festgelegte Wirkungsgrade:
4.3%	34.11%	37.14%	
7.3%	46.60%	53.96%	49.50%
3.4%	85.49%	91.54%	87.50%
4.3%	36.60%	39.86%	38.00%

Bemerkungen:

* Volumen beziehen sich auf Normbedingungen (Normkubikmeter)

Gasanalyse von SGS: Probe 1 Hi = 5.941 kWh/m3

Angaben geprüft: 16. Dez. 2022; SSC

4.7 Leistungsnachweis BHKW



Aggregattyp:	TBG924	Messung-Nr.:	3	Gasart:	Klärgas	Auftrags-Nr.:	21M0687	Aggregat-Nr.:	2
Kunde:	ARA Münsingen	Datum:	28.11.2022	Motor-Nr.:	C21.01.90312	Last:	60%		

Messwerte für die Wirkungsgradberechnung

Messreihe	Zeit [min]	Volumenzähler Gas (A5) [m³]	Gastemperatur (A25) [°C]	Gasdruck (A25) [mbar]	Luftdruck vor Ort (A1) [mbar]	Energiezähler elektr. [kWh]	Energiezähler therm. [kWh]	Heizwassereintritt Temperatur [°C]	Heizwasseraustritt Temperatur [°C]	Volumenzähler Heizwasser [m³]
1	0.0	20197.3	27.5	37.0	954.0	0.0	0.0	81.9	90.5	0.0
2	15.0	20204.1	27.6	37.0	954.0	11.0				
3	30.0	20210.8	27.5	36.6	954.0	22.0	35.2			7.2
4										
5										
	30.0	13.5	27.5	36.9	954.0	22.0	35.2	81.9	90.5	7.2

Abgaswerte

A9 Temperatur vor ATL	490	°C
A7 Temperatur nach Kat / BHKW	433 / 105	°C
A7 Druck nach ATL		mbar
CO *	0	[mg/m³ @ 5% O2] (zul. Abweichung: +10%)
NOx *	260	[mg/m³ @ 5% O2] (zul. Abweichung: +10%)
O2:	8.0	% (zul. Abweichung: +10%)

Möglicher Fehler der Messgeräte +/-

(Schätzwerte)		
Temperatur Gas	1.00	K
Volumen Gas	1.50	%
Volumen Wasser	2.07	%
Temp.Diff. Wasser	1.20	%
Brennwert *	0.06	kWh/m³
el. Energiezähler	1.50	%
th. Energiezähler	1.50	%

Umgebungsbedingungen:

A1 relative Luftfeuchtigkeit:	23%	
A25 relative Gasfeuchtigkeit:	24%	
Aufstellhöhe	540	m
Energiezähler:	1.0	
Faktor Energiezähler	1.0	
Brennwert (H _s) *	6.588	kWh/m³
Heizwert (H _i) *	5.937	kWh/m³
Umrechnungsfaktor i (H _i /H _s)	0.901	
A12 KW Temp. Austritt Motor:	86.8	°C
A17 minimale Gemischkühlwasser-Temp.	78.0	°C
A17 maximale Gemischkühlwasser-Temp.	83.0	°C
A4 Drosselklappenöffnung	27.8%	
Durchmesser Bypass-Scheibe		mm
Temperatur Verbrennungsluft	23.7	°C
Normdichte Brenngas *	1.1966	
Gastemperatur nach Gaskühlung		°C
Hilfsbetriebeleistung	1.00	kW
WP-Bezugsleistung (falls vorhanden)		kW

Einstellwerte bei der Messung:

Zündzeitpunkt:	24.0	°vor OT
Brennraumtemperatur-Mittelwert:	401	°C
Lambdaspannung:	-	mV
Lambdawert:	1.62	

	Messwerte:	5% Toleranz:
Gasverbrauch, Betriebs-m³	27.00	25.7
Gasverbrauch, Norm-m³ *	23.99	22.8
Berücksichtigung der Gasfeuchtigkeit *	23.77	22.6
Generatorwirkungsgrad (Herstellerangabe)	93.20%	

Leistungsbilanz

	5% Toleranz:	+/-8%Toleranz:
Brennstoffleistung	141.1	134.1
Mittl. Generatorleistung (Faktor Energiezähler berücksichtigt)	44.0	44.0
Thermische Leistung (Wert von Wärmerechner)	70.3	64.7 75.9
Thermische Leistung (Berechneter Wert)	70.1	64.5 75.7

Mögliche Messfehler +/-

relativer Fehler:	absoluter Fehler:
2.8%	3.89 kW
1.5%	0.66 kW
4.8%	0.03 kW

Aus Messwerten errechnete Wirkungsgrade

	31.15%	32.79%	
Elektrischer Wirkungsgrad (brutto an Generatorklemme)			elektrisch
Elektrischer Wirkungsgrad (netto nach Abzug WP- und Hilfsbetriebeleistung)	30.44%	32.04%	elektrisch
Mechanischer Wirkungsgrad Gasmotor	33.42%	35.18%	mechanisch
Thermischer Wirkungsgrad	49.81%	53.80%	thermisch
Gesamtwirkungsgrad BHKW	80.25%	88.94%	gesamt
Elektrischer Wirkungsgrad nach ISO-Normbedingungen	33.38%	35.14%	elektrisch

Wirkungsbereich unter Berücksichtigung der 5%/- 8%/- Toleranz

relativer Fehler:	mindestens:	maximal:	Vertraglich festgelegte Wirkungsgrade:
4.3%	31.39%	34.18%	
7.5%	49.75%	57.85%	51.10%
3.4%	85.94%	91.93%	85.80%
4.3%	33.64%	36.63%	34.70%

Bemerkungen:

* Volumen beziehen sich auf Normbedingungen (Normkubikmeter)

Gasanalyse von SGS: Probe 1 Hi = 5.937 kWh/m3

Angaben geprüft: 16. Dez. 2022; SSC

4.7 Leistungsnachweis BHKW avesco CAT

Aggregattyp:	TBG924	Messung-Nr.:	2	Gasart:	Klärgas	Auftrags-Nr.:	21M0687	Aggregat-Nr.:	2
Kunde:	ARA Münsingen	Datum:	28.11.2022	Motor-Nr.:	C21.01.90312	Last:	80%		

Messwerte für die Wirkungsgradberechnung

Messreihe	Zeit [min]	Volumenzähler Gas (A5) [m³]	Gastemperatur (A25) [°C]	Gasdruck (A25) [mbar]	Luftdruck vor Ort (A1) [mbar]	Energiezähler elektr. [kWh]	Energiezähler therm. [kWh]	Heizwassereintritt Temperatur [°C]	Heizwasseraustritt Temperatur [°C]	Volumenzähler Heizwasser [m³]
1	0.0	20134.8	25.4	30.4	955.0	0.0	0.0	80.2	90.7	0.0
2	15.0	20143.3	25.9	30.4	955.0	14.5				
3	31.0	20152.3	26.1	30.4	954.0	29.9	42.9			7.2
4										
5										
	31.0	17.5	25.8	30.4	954.7	29.9	42.9	80.2	90.7	7.2

Abgaswerte

A9 Temperatur vor ATL	499	°C
A7 Temperatur nach Kat / BHKW	432 / 108	°C
A7 Druck nach ATL		mbar
CO *:	4	[mg/m³ @ 5% O2] (zul. Abweichung: +10%)
NOx *:	261	[mg/m³ @ 5% O2] (zul. Abweichung: +10%)
O2:	8.2	% (zul. Abweichung: +10%)

Möglicher Fehler der Messgeräte +/- (Schätzwerte)

Temperatur Gas	1.00	K
Volumen Gas	1.50	%
Volumen Wasser	2.07	%
Temp.Diff. Wasser	1.07	%
Brennwert *	0.06	kWh/m³
el. Energiezähler	1.50	%
th. Energiezähler	1.50	%

Umgebungsbedingungen:

A1 relative Luftfeuchtigkeit:	26%	
A25 relative Gasfeuchtigkeit:	24%	
Aufstellhöhe	540	m
Energiezähler:	1.0	
Faktor Energiezähler	1.0	
Brennwert (H _s) *	6.588	kWh/m³
Heizwert (H _i) *	5.937	kWh/m³
Umrechnungsfaktor i (H _i /H _s)	0.901	
A12 KW Temp. Austritt Motor:	85.5	°C
A17 minimale Gemischkühlwasser-Temp.	78.0	°C
A17 maximale Gemischkühlwasser-Temp.	85.0	°C
A4 Drosselklappenöffnung	34.0%	
Durchmesser Bypass-Scheibe		mm
Temperatur Verbrennungsluft	23.1	°C
Normdichte Brenngas *	1.1966	
Gastemperatur nach Gaskühlung		°C
Hilfsbetriebeleistung	1.00	kW
WP-Bezugsleistung (falls vorhanden)		kW

Einstellwerte bei der Messung:

Zündzeitpunkt:	24.0	°vor OT
Brennraumtemperatur-Mittelwert:	406	°C
Lambdaspannung:	-	mV
Lambdawert:	1.64	

	Messwerte:	5% Toleranz:
Gasverbrauch, Betriebs-m³	33.77	32.1
Gasverbrauch, Norm-m³ *	30.00	28.5
Berücksichtigung der Gasfeuchtigkeit *	29.76	28.3
Generatorwirkungsgrad (Herstellerangabe)	93.80%	

Leistungsbilanz

	5% Toleranz:	+/-8%Toleranz:
Brennstoffleistung	176.7	167.8
Mittl. Generatorleistung (Faktor Energiezähler berücksichtigt)	57.9	57.9
Thermische Leistung (Wert von Wärmerechner)	83.0	76.3 89.6
Thermische Leistung (Berechneter Wert)	85.4	78.5 92.2

Aus Messwerten errechnete Wirkungsgrade

Elektrischer Wirkungsgrad (brutto an Generatorklemme)	32.76%	34.48%	elektrisch
Elektrischer Wirkungsgrad (netto nach Abzug WP- und Hilfsbetriebeleistung)	32.19%	33.89%	elektrisch
Mechanischer Wirkungsgrad Gasmotor	34.92%	36.76%	mechanisch
Thermischer Wirkungsgrad	46.96%	50.71%	thermisch
Gesamtwirkungsgrad BHKW	79.15%	87.69%	gesamt
Elektrischer Wirkungsgrad nach ISO-Normbedingungen	35.13%	36.98%	elektrisch

Mögliche Messfehler +/-	
relativer Fehler:	absoluter Fehler:
2.8%	4.87 kW
1.5%	0.87 kW
4.6%	0.04 kW

Wirkungsbereich unter Berücksichtigung der 5%/- 8%/- Toleranz			Vertraglich festgelegte Wirkungsgrade:
relativer Fehler:	mindestens:	maximal:	
4.3%	33.01%	35.95%	
7.4%	46.96%	54.46%	50.30%
3.4%	84.71%	90.68%	87.10%
4.3%	35.41%	38.56%	36.80%

Bemerkungen:

* Volumen beziehen sich auf Normbedingungen (Normkubikmeter)

Gasanalyse von SGS: Probe 1 Hi = 5.937 kWh/m3

Angaben geprüft: 16. Dez. 2022; SSC

4.7 Leistungsnachweis BHKW



Aggregattyp:	TBG924	Messung-Nr.:	1	Gasart:	Klärgas	Auftrags-Nr.:	21M0687	Aggregat-Nr.:	2
Kunde:	ARA Münsingen	Datum:	28.11.2022	Motor-Nr.:	C21.01.90312	Last:	100%		

Messwerte für die Wirkungsgradberechnung

Messreihe	Zeit [min]	Volumenzähler Gas (A5) [m³]	Gastemperatur (A25) [°C]	Gasdruck (A25) [mbar]	Luftdruck vor Ort (A1) [mbar]	Energiezähler elektr. [kWh]	Energiezähler therm. [kWh]	Heizwassereintritt Temperatur [°C]	Heizwasseraustritt Temperatur [°C]	Volumenzähler Heizwasser [m³]
1	0.0	20108.3	25.0	28.0	955.0	0.0	0.0	78.7	91.1	0.0
2	15.0	20118.4	24.9	28.0	955.0	18.0				
3	30.0	20128.5	24.8	28.0	955.0	35.9	50.7			7.2
4										
5										
	30.0	20.2	24.9	28.0	955.0	35.9	50.7	78.7	91.1	7.2

Abgaswerte

A9 Temperatur vor ATL	508	°C
A7 Temperatur nach Kat / BHKW	425 / 109	°C
A7 Druck nach ATL		mbar
CO *	12	[mg/m³ @ 5% O2]
NOx *	273	[mg/m³ @ 5% O2]
O2:	8.3	%

Möglicher Fehler der Messgeräte +/-

(Schätzwerte)		
Temperatur Gas	1.00	K
Volumen Gas	1.50	%
Volumen Wasser	2.07	%
Temp.Diff. Wasser	0.98	%
Brennwert *	0.06	kWh/m³
el. Energiezähler	1.50	%
th. Energiezähler	1.50	%

Umgebungsbedingungen:

A1 relative Luftfeuchtigkeit:	27%	
A25 relative Gasfeuchtigkeit:	24%	
Aufstellhöhe	540	m
Energiezähler:	1.0	
Faktor Energiezähler	1.0	
Brennwert (H _s) *	6.588	kWh/m³
Heizwert (H _i) *	5.937	kWh/m³
Umrechnungsfaktor i (H _i /H _s)	0.901	
A12 KW Temp. Austritt Motor:	85.5	°C
A17 minimale Gemischkühlwasser-Temp.	78.0	°C
A17 maximale Gemischkühlwasser-Temp.	86.0	°C
A4 Drosselklappenöffnung	45.0%	
Durchmesser Bypass-Scheibe		mm
Temperatur Verbrennungsluft	24.4	°C
Normdichte Brenngas *	1.1966	
Gastemperatur nach Gaskühlung		°C
Hilfsbetriebeleistung	1.10	kW
WP-Bezugsleistung (falls vorhanden)		kW

Einstellwerte bei der Messung:

Zündzeitpunkt:	24.0	°vor OT
Brennraumtemperatur-Mittelwert:	412	°C
Lambdaspannung:	-	mV
Lambdawert:	1.66	

	Messwerte:	5% Toleranz:
Gasverbrauch, Betriebs-m³	40.30	38.3
Gasverbrauch, Norm-m³ *	35.83	34.0
Berücksichtigung der Gasfeuchtigkeit *	35.56	33.8
Generatorwirkungsgrad (Herstellerangabe)	94.50%	

Leistungsbilanz

	5% Toleranz:
Brennstoffleistung	211.1 / 200.5
Mittl. Generatorleistung (Faktor Energiezähler berücksichtigt)	71.8 / 71.8
+/-8%Toleranz:	
Thermische Leistung (Wert von Wärmerechner)	101.5 / 93.4 / 109.6
Thermische Leistung (Berechneter Wert)	101.0 / 92.9 / 109.0

Aus Messwerten errechnete Wirkungsgrade

Elektrischer Wirkungsgrad (brutto an Generator клемме)	34.02%	35.81%	elektrisch
Elektrischer Wirkungsgrad (netto nach Abzug WP- und Hilfsbetriebeleistung)	33.49%	35.26%	elektrisch
Mechanischer Wirkungsgrad Gasmotor	35.99%	37.89%	mechanisch
Thermischer Wirkungsgrad	48.07%	51.92%	thermisch
Gesamtwirkungsgrad BHKW	81.57%	90.37%	gesamt
Elektrischer Wirkungsgrad nach ISO-Normbedingungen	36.53%	38.45%	elektrisch

Mögliche Messfehler +/-

relativer Fehler:	absoluter Fehler:
2.8%	5.82 kW
1.5%	1.08 kW
4.6%	0.05 kW

Wirkungsbereich unter Berücksichtigung der 5%/- 8%/- Toleranz

relativer Fehler:	mindestens:	maximal:	Vertraglich festgelegte Wirkungsgrade:
4.3%	34.28%	37.33%	
7.3%	48.12%	55.71%	49.50%
3.4%	87.29%	93.44%	87.50%
4.3%	36.81%	40.09%	38.00%

Bemerkungen:

* Volumen beziehen sich auf Normbedingungen (Normkubikmeter)

Gasanalyse von SGS: Probe 1 Hi = 5.937 kWh/m3

Angaben geprüft: 16. Dez. 2022; SSC

Messbericht

Lufthygienische Emissionsmessung

Abnahmekontrolle

Laufnummer : 22455

Anlagebetreiber: ARA Münsingen
Arastrasse 3
3110 Münsingen

Kontaktperson: Roland Sterchi
Telefon: 031 724 51 91
E-Mail: roland.sterchi@muensingen.ch

Anlagestandort: Arastrasse 3

Kessel: 1

Anlage: BHKW 1

Brennstoff: Biogas oder Klärgas

Messdatum: 28.11.2022

Inhalt:	1. Auftrag	Seite 2
	2. Messresultate / LRV-Grenzwerte	Seite 2
	3. Beurteilung	Seite 2
	4. Anlagedaten	Seite 2
	5. Messdaten	Seite 3
	6. Messverfahren und Messgeräte	Seite 4

Anlage Nummer: 22.000099

1. Auftrag

Nach Artikel 13 der eidgenössischen Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16.12.1985 waren die Emissionen der Anlage im Sinne einer periodischen Kontrolle zu überprüfen

Folgende Schadstoffe mussten ermittelt werden:

Stickoxide (No_x) angegeben als NO₂ in mg/m³

Kohlenmonoxid (CO) in mg/m³

Die Messwerte beziehen sich auf einen Sauerstoffgehalt (O₂) von 5 Vol.% und Normbedingungen trocken.

2. Messresultate / LRV-Grenzwerte

Schadstoffe	Volllast Messwerte (mg/m ³)	+/- Toleranz	Teillast Messwerte (mg/m ³)	+/- Toleranz	LRV- Grenzwerte (mg/m ³)
Kohlenmonoxid	11	1	2	0	650
Stickoxide	243	24	232	23	250

Messunsicherheit	Ausgehende in %		%	Massgebende absolute ± in mg/m ³	Massgebende absolute ± in mg/m ³
Stickoxide	+/- 10		10	1	0
Kohlenmonoxid	+/- 10		10	24	23

*) Berechnung nach BAFU-Messempfehlung

3. Provisorische Beurteilung

Die vorsorglichen Emissionsgrenzwerte der LRV Kohlenmonoxid werden eingehalten.

Die vorsorglichen Emissionsgrenzwerte der LRV für Stickoxide werden eingehalten.

Die definitive Beurteilung erfolgt durch die zuständige kantonale Behörde.

4. Anlagedaten

Kesselfabrikat	Avesco
Typ	TBG924
Baujahr:	2022
Leistung in kW:	52
Thermische in kW	94
Elektrische in kW	72
*Betriebsstunden:	682
Zusatzinstallationen:	-
Abgasreinigung:	keine
Messstelle:	Zoll-Stutzen im Rauchrohr
Strömungsverhältnisse in m/s:	22.4

6. Messverfahren und Messgeräte

Die Messungen wurden nach den Empfehlungen über die Emissionsmessungen von Luftfremdstoffen bei stationären Anlagen Stand 2013 (Herausgegeben) des Bundesamt für Umwelt (BAFU Bern) durchgeführt.

Für die Beurteilung und Auswertung der Messungen wurde speziell das Kapitel 13 (Holzfeuerungen) berücksichtigt.

Messcomputer MRU MGAPrimeQ

Sauerstoff / paramagnetisch

NDIR

- CO₂

- CO

- NO

- NO₂

- Kontinuierliche Messung und Registrierung.

Prüfgase

- O₂ 13% ; CO = 400ppm

- NO 600ppm

- NO 70ppm

Abgastemperatur

- Thermoelektrisch (BUWAL-Messempfehlung Kapitel 3)

- Kontinuierliche Messung und Registrierung.

Abgasgeschwindigkeit (BUWAL-Messempfehlung Kapitel 3)

- Druckdifferenzmessung mit TSI Mikromanometer

Bemerkung:



Servicemonteur war während der Messung vor Ort.

Uetendorf,

28.11.2022

Messverantwortlicher:

Messtechniker:

Thomas Fankhauser

Thomas Fankhauser

Messbericht

Lufthygienische Emissionsmessung

Abnahmekontrolle

Laufnummer : 22456

Anlagebetreiber: ARA Münsingen
Arastrasse 3
3110 Münsingen

Kontaktperson: Roland Sterchi
Telefon: 031 724 51 91
E-Mail: roland.sterchi@muensingen.ch

Anlagestandort: Arastrasse 3

Kessel: 2

Anlage: BHKW 1

Brennstoff: Biogas oder Klärgas

Messdatum: 28.11.2022

Inhalt:	1. Auftrag	Seite 2
	2. Messresultate / LRV-Grenzwerte	Seite 2
	3. Beurteilung	Seite 2
	4. Anlagedaten	Seite 2
	5. Messdaten	Seite 3
	6. Messverfahren und Messgeräte	Seite 4

Anlage Nummer: 22.000100

1. Auftrag

Nach Artikel 13 der eidgenössischen Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16.12.1985 waren die Emissionen der Anlage im Sinne einer periodischen Kontrolle zu überprüfen

Folgende Schadstoffe mussten ermittelt werden:

Stickoxide (No_x) angegeben als NO₂ in mg/m³

Kohlenmonoxid (CO) in mg/m³

Die Messwerte beziehen sich auf einen Sauerstoffgehalt (O₂) von 5 Vol. % und Normbedingungen trocken.

2. Messresultate / LRV-Grenzwerte

Schadstoffe	Volllast Messwerte (mg/m ³)	+/- Toleranz	Teillast Messwerte (mg/m ³)	+/- Toleranz	LRV- Grenzwerte (mg/m ³)
Kohlenmonoxid	2	0	2	0	650
Stickoxide	233	23	227	23	250

Messunsicherheit	Ausgehende in %		%	Massgebende absolute ± in mg/m ³	Massgebende absolute ± in mg/m ³
Stickoxide	+/- 10		10	0	0
Kohlenmonoxid	+/- 10		10	23	23

*) Berechnung nach BAFU-Messempfehlung

3. Provisorische Beurteilung

Die vorsorglichen Emissionsgrenzwerte der LRV Kohlenmonoxid werden eingehalten.

Die vorsorglichen Emissionsgrenzwerte der LRV für Stickoxide werden eingehalten.

Die definitive Beurteilung erfolgt durch die zuständige kantonale Behörde.

4. Anlagedaten

Kesselfabrikat	Avesco
Typ	TBG924
Baujahr:	2022
Leistung in kW:	52
Thermische in kW	94
Elektrische in kW	72
*Betriebsstunden:	0
Zusatzinstallationen:	-
Abgasreinigung:	keine
Messstelle:	EMPA-Stutzen im Rauchrohr
Strömungsverhältnisse in m/s:	20.4

6. Messverfahren und Messgeräte

Die Messungen wurden nach den Empfehlungen über die Emissionsmessungen von Luftfremdstoffen bei stationären Anlagen Stand 2013 (Herausgegeben) des Bundesamt für Umwelt (BAFU Bern) durchgeführt.

Für die Beurteilung und Auswertung der Messungen wurde speziell das Kapitel 13 (Holzfeuerungen) berücksichtigt.

Messcomputer MRU MGAPrimeQ

Sauerstoff / paramagnetisch

NDIR

- CO₂

- CO

- NO

- NO₂

- Kontinuierliche Messung und Registrierung.

Prüfgase

- O₂ 13% ; CO = 400ppm

- NO 600ppm

- NO 70ppm

Abgastemperatur

- Thermoelektrisch (BUWAL-Messempfehlung Kapitel 3)

- Kontinuierliche Messung und Registrierung.

Abgasgeschwindigkeit (BUWAL-Messempfehlung Kapitel 3)

- Druckdifferenzmessung mit TSI Mikromanometer

Bemerkung:



Servicemonteur war während der Messung vor Ort.

Uetendorf,

28.11.2022

Messverantwortlicher:

Messtechniker:

Thomas Fankhauser

Thomas Fankhauser

Technische Dokumentation

Seite 1/1

Objekt: ARA Münsingen, Ersatz Blockheizkraftwerk	Anlagennummer:
Anlage: Steuerstelle 2 Gaskondensat Erweiterung	A22023.01

Wir gratulieren Ihnen zum Erwerb der Schaltgerätekombination (SGK).

Mit diesem Kauf haben Sie sich für ein qualitativ hochwertiges und zuverlässiges Produkt entschieden.

1 Hinweise zur Dokumentation

Für Schäden die durch die Nichtbeachtung dieser Anleitung oder aus nicht bestimmungsgemässer Verwendung der SGK entstehen übernimmt die Werder + Partner Elektrotechnik AG keine Haftung. Das Risiko für unsachgemässen Umgang mit der SGK trägt alleine der Benutzer.

2 Montage, Anschluss und Inbetriebnahme

Aufstellungsort: **Innenraum**

max. Umgebungstemperatur in °C: **25**

Relative Luftfeuchte in %: **55**

max. Innentemperatur SGK in °C: **40**

min. Innentemperatur SGK in °C: **16**

Fällt die Temperatur unter **16 °C** bei gleichbleibender absoluter Luftfeuchte, wird der Sättigungsdruck und damit eine relative Luftfeuchte von 100% erreicht und es kann zur Kondensation kommen.

Auf keinen Fall dürfen Flüssigkeiten oder anderweitige Verschmutzungen in die Schaltgerätekombination eindringen.

Bei der Wahl des Aufstellungsortes der Schaltgerätekombination müssen die Fluchtwege nach Normen und Richtlinien der Vereinigung der kantonalen Feuerversicherungen zwingend eingehalten werden.

Die Anschlussnennwerte muss den auf dem Typenschild und Stücknachweis angegebenen Bemessungswerten entsprechen.

Die Bemessungswerte der Schaltgerätekombination müssen mindestens so groß sein, dass sie den zugehörigen Betriebsbedingungen und Nennwerten sowohl im stationären als auch instationären Zustand am vorgesehenen Anschlusspunkt des Netzes genügen.

3 Instandhaltung

Als Instandhaltung gelten regelmäßige Besichtigung, Prüfung, Wartung und Instandsetzung während der vorgesehenen Lebensdauer der elektrischen Anlage. Zu überprüfen ist die Wirksamkeit der Schutzmassnahmen (z.B. Fehlerstromschutzeinrichtungen), Staubentwicklung und Wärme, um die Sicherheit der Anlage während ihrer Lebensdauer zu gewährleisten. Ferner ist durch die regelmäßige Instandhaltung die Zuverlässigkeit der Betriebsmittel in Hinblick auf den ordnungsgemässen Betrieb der Anlage sicherzustellen. Die Beachtung der Hinweise verringert das Unfall- und Brandrisiko beim Umgang mit Elektrizität erheblich und fördert die sichere Nutzung der Schaltgerätekombination.

- Fehlerstromschutzschalter **halbjährlich** testen

- Empfehlung: Nächste Instandhaltung der SGK **27.04.2025**

4 RetroFit (Modernisierung) / Entsorgung

Informationen und Beratung siehe Kontaktdaten

5 Kontaktdaten



Kontaktperson: Simon Wenger

Telefon: +41 31 961 33 88

Mobil: +41 78 620 96 23

E-Mail: wenger@werderundpartner.ch

Website: www.werderundpartner.ch

Konformitätserklärung

Seite 1/1

Objekt: **ARA Münsingen, Ersatz Blockheizkraftwerk**
Anlage: **Steuerstelle 2 Gaskondensat Erweiterung**
Anlagennummer: **A22023.01**

Richtlinien: **Richtlinie 2014/35/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die EU-Niederspannungsrichtlinie**
Richtlinie 2014/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die elektromagnetische Verträglichkeit.

Produktenorm(en): Wir erklären in alleiniger Verantwortung, dass das Produkt mit der/den folgenden Norm(en) übereinstimmt und gebaut ist.

EN 61439 - 1 Allgemeine Festlegungen
EN 61439 - 2 Energie-Schaltgerätekombinationen

Haftungsausschluss: **Werder + Partner haftet nicht für Schäden jeglicher Art - namentlich unmittelbare oder mittelbare Schäden, Mangel- oder Mangelfolgeschäden, Verluste oder Kosten -, die aufgrund von fehlerhaften Angaben durch den Anwender entstehen.**
Wir übernehmen keine Haftung für Anpassungen und/oder Erweiterungen an der Schaltgerätekombination, die nicht durch Werder + Partner ausgeführt wurden.

Hersteller: **Werder + Partner Elektrotechnik AG**
Datum: **28.04.2022**
Ort: **Kehrsatz**
Name des Bevollmächtigten: **Thai Pham**
Funktion des Bevollmächtigten: **Werkstattleiter**
Visum des Prüfers:



Bauartnachweis-Protokoll (nach EN 61439-1 2011 + EN 60204-1)

Objekt:	ARA Münsingen, Ersatz Blockheizkraftwerk	Anlagennummer: A22023.01
Anlage:	Steuerstelle 2 Gaskondensat Erweiterung	Herstellungsdatum: 28.04.2022
Produktenorm:	EN 61439 - 2	

Normenabschnitt	Nachzuweisende Merkmale	Nachweis durch	i.O.
10.2	Festigkeit von Werkstoffen und Teilen	Begutachtung	✓
	- Korrosionsbeständigkeit - Eigenschaften von Isolierwerkstoffen - Wärmebeständigkeit - Widerstandsfähigkeit gegen außergewöhnliche Wärme und Feuer aufgrund von inneren elektrischen Auswirkungen - Beständigkeit gegen UV-Strahlung - Anheben - Schlagprüfung - Aufschriften	Verwendung eines Leergehäuses nach EN 62208 Für Leergehäuse, deren Eigenschaften nach EN 62208 nachgewiesen wurden, sind weitere Prüfungen nach Abschnitt 10.2 nicht nötig unter der Voraussetzung, dass bei dem Bau der Schaltgerätekombination keine Veränderungen am Gehäuse vorgenommen wurden, die die nachgewiesenen Eigenschaften beeinträchtigen.	
10.3	Schutzart von Gehäusen	Begutachtung	✓
	Bauart: Wandschrank IP-Schutz: IP54	Verwendung eines Leergehäuses nach EN 62208	
10.5.2	Durchgängigkeit der Verbindung zwischen Körpern der Schaltgerätekombination und Schutzleiterkreis	Prüfung	✓
		Widerstand max 0.1 Ω bei einem Prüfstrom min 10A (AC oder DC)	
10.6	Einbau von Betriebsmitteln	Begutachtung	✓
10.5.3	Kurzschlussfestigkeit des Schutzleiters	Prüfung	✓
10.7	Innere elektr. Stromkreise und Verbindungen	Begutachtung	✓
10.8	Anschlüsse für von aussen eingeführte Leiter	Begutachtung	✓
10.10	Nachweis der Erwärmung	Prüfung	✓
10.11	Kurzschlussfestigkeit	Prüfung	✓
10.12	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	Begutachtung	✓
	EMV-Umgebung: Umgebung B	Einbau und Verdrahtung nach Herstellerangaben	
10.13	Mechanische Funktion	Prüfung	✓
		Betätigungselement, Verriegelung und Funktionalität prüfen	

Hersteller: **Werder + Partner Elektrotechnik AG**
 Datum: **28.04.2022**
 Ort: **Kehrsatz**
 Name des Bevollmächtigten: **Thai Pham**
 Funktion des Bevollmächtigten: **Werkstattleiter**
 Visum des Prüfers:



Einspeisung 1: Normal-Netz			
10.5.3 10.11	Kurzschlussfestigkeit des Schutzleiters und Kurzschlussfestigkeit	Prüfung => Nachweis nicht gefordert	✓
	Bedingter Kurzschlussstrom (Icc): 10 kA	Betriebsmittel wurden nach Herstellerangaben eingebaut Stützabstände wurden durch die thermischen und dynamischen Kräften bestimmt und gemäss ursprünglichen Hersteller montiert.	
	Empfehlung Schutzeinrichtung: ABB S403M-C40 Querschnitt Aussen- und Neutralleiter: 10mm² Querschnitt Schutzleiter: 10mm²	I _{kmin} für die Abschaltung der Schutzeinrichtung innerhalb 5s: 200A Zulässige Abschaltzeit für die Aussenleiter 5s < 33.1 s Zulässige Abschaltzeit für den Schutzleiter 5s < 33.1 s	
	Durchlassstrom I _b (peak) von der Schutzeinrichtung: <17kA	Abschaltung <0.1s => I²t < k²S² Durchlassenergie Schutzeinrichtung I ² t: 50000 A²s Stromwärmeimpuls Aussenleiter k ² S ² : 1322500 A²s Stromwärmeimpuls Schutzleiter k ² S ² : 1322500 A²s	
10.4	Luft- und Kriechstrecken	Prüfung	✓
	Überspannungskategorie: Lastebene (UV) Bemessungsstossspannungsfestigkeit: 2.5kV Bemessungsisolationsspannung: 230/400V Verschmutzungsgrad: 3 Werkstoffgruppe: IIIa	Mindestluftstrecke: 1.5mm => Messen gemäss Anhang F Mindestkriechstrecke: 6.3mm => Messen gemäss Anhang F	
10.9.2	Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit	Prüfung	✓
	Bemessungsisolationsspannung: 230/400V	Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit für Hauptstromkreise 1890 V AC oder 2670 V DC	
10.9.3	Stossspannungsfestigkeit	Begutachtung	✓
	Bemessungsstossspannungsfestigkeit: 2.5kV	Mindestluftstrecke: 1.5mm x 1,5 (Sicherheitsfaktor) = 2.25mm	

Stücknachweis-Protokoll (nach EN 61439-1 2011 + EN 60204-1)

Seite 1/2

Objekt: ARA Münsingen, Ersatz Blockheizkraftwerk		Anlagennummer: A22023.01	
Anlage: Steuerstelle 2 Gaskondensat Erweiterung		Herstellungsdatum: 28.04.2022	
Produktenorm: EN 61439 - 2			
11.2	Schutzart von Umhüllungen	Sichtprüfung	✓
	IP-Schutz: IP54	Eine Sichtprüfung ist erforderlich, um nachzuweisen, dass die vorgeschriebenen Maßnahmen zum Erreichen der vorgesehenen Schutzart eingehalten werden.	
11.3	Kriechstrecken	Sichtprüfung	✓
	Einspeisung 1: Normal-Netz Mindestkriechstrecke: 6.3mm	Die Einhaltung der Vorgaben bezüglich Kriechstrecken muss durch Sichtprüfung nachgewiesen werden. Ist dies durch Sichtprüfung nicht offensichtlich, muss der Nachweis durch physikalisches Messen erbracht werden.	
11.3	Luftstrecken	Sichtprüfung	✓
	Einspeisung 1: Normal-Netz Mindestluftstrecke: 2.25mm	Sind die Luftstrecken bei der Sichtprüfung nicht offensichtlich größer als die in angegebenen Werte, muss der Nachweis durch physikalische Messung oder durch Prüfung der Stoßspannungsfestigkeit übereinstimmend mit 10.9.3 durchgeführt werden.	
11.4	Schutz gegen elektrischen Schlag	Sichtprüfung	✓
	Durchgängigkeit von Schutzleiterkreisen	Die vorgeschriebenen Maßnahmen in Bezug auf Basisschutz und Fehlerschutz müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Die Schutzleiterkreise müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden, um nachzuweisen, dass die in vorgeschriebenen Maßnahmen eingehalten werden.	
11.4	Schutz gegen elektrischen Schlag	Stichproben	✓
	Geschraubte Verbindungen von Schutzleiterkreisen	Geschraubte Verbindungen müssen stichprobenartig überprüft werden, ob sie korrekt angezogen sind.	
11.5	Einbau der Betriebsmittel	Sichtprüfung	✓
		Der Einbau und die Kennzeichnung von eingebauten Betriebsmitteln müssen mit den Fertigungsunterlagen für die Schaltgerätekombination übereinstimmen.	
11.6	Innere el. Stromkreise und Verbindungen	Stichproben	✓
		Verbindungen, insbesondere geschraubte Verbindungen, müssen stichprobenartig überprüft werden, ob sie korrekt angezogen sind.	
11.6	Innere el. Stromkreise und Verbindungen	Sichtprüfung	✓
		Leiter müssen auf Übereinstimmung mit den Fertigungsunterlagen für die Schaltgerätekombination überprüft werden.	
11.7	Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter	Sichtprüfung	✓
	Einspeisung 1: Normal-Netz Querschnitt Aussen- und Neutralleiter: 10mm² Schutzleiteranschluss: 10mm²	Die Anzahl, der Typ und die Kennzeichnung von Anschlüssen müssen auf Übereinstimmung mit den Fertigungsunterlagen für die Schaltgerätekombination überprüft werden.	

Stücknachweis-Protokoll (nach EN 61439-1 2011 + EN 60204-1)

Seite 2/2

Objekt:	ARA Münsingen, Ersatz Blockheizkraftwerk	Anlagennummer: A22023.01
Anlage:	Steuerstelle 2 Gaskondensat Erweiterung	Herstellungsdatum: 28.04.2022
Produktenorm:	EN 61439 - 2	

Empfehlung Schutzeinrichtung (SCPD)			
	Einspeisung 1: Normal-Netz ABB S403M-C40	Es können auch andere Schutzeinrichtungen verwendet werden, mit identischen oder besseren Eigenschaften.	
11.8	Mechanische Funktion	Prüfen	✓
		Die Wirksamkeit von mechanischen Betätigungselementen, Verriegelungen und Verschlüssen, einschliesslich derer in Verbindung mit herausnehmbaren Teilen, muss überprüft werden.	
11.10	Verdrahtung, Betriebsverhalten und Funktion	Sichtprüfung	✓
	Kennzeichnung der Schaltgerätekombination Vollständigkeit der Technischen Dokumentaion	Es muss sichergestellt werden, dass die in Abschnitt 6 festgelegten Angaben und Kennzeichnungen vollständig sind.	
11.10	Verdrahtung, Betriebsverhalten und Funktion	Prüfen	✓
	Elektrische Funktionsprüfung		
11.9	Isolationsfestigkeit	Messungen	✓
	Einspeisung 1: Normal-Netz Prüfspannung: 1890 V AC oder 2670 V DC	In diesem Fall ist die Prüfung bestanden, wenn der Isolationswiderstand zwischen Stromkreisen und Körpern mindestens 1 000 Ω/V je Stromkreis, bezogen auf die Versorgungsspannung dieser Stromkreise gegen Erde, beträgt. Diese Prüfung ist für Hilfsstromkreise nicht erforderlich: – die durch eine Kurzschlusschutzeinrichtung bis 16 A geschützt sind – wenn vorher eine elektrische Funktionsprüfung mit der Bemessungsbetriebsspannung, für die die Hilfsstromkreise vorgesehen sind, durchgeführt wurde.	

Hersteller:	Werder + Partner Elektrotechnik AG
Datum:	28.04.2022
Ort:	Kehrsatz
Name des Bevollmächtigten:	Thai Pham
Funktion des Bevollmächtigten:	Werkstatteleiter
Visum des Prüfers:	

Technische Dokumentation

Seite 1/1

Objekt: ARA Münsingen, Ersatz Blockheizkraftwerk	Anlagennummer:
Anlage: Feld 13	A22023.02

Wir gratulieren Ihnen zum Erwerb der Schaltgerätekombination (SGK).

Mit diesem Kauf haben Sie sich für ein qualitativ hochwertiges und zuverlässiges Produkt entschieden.

1 Hinweise zur Dokumentation

Für Schäden die durch die Nichtbeachtung dieser Anleitung oder aus nicht bestimmungsgemässer Verwendung der SGK entstehen übernimmt die Werder + Partner Elektrotechnik AG keine Haftung. Das Risiko für unsachgemässen Umgang mit der SGK trägt alleine der Benutzer.

2 Montage, Anschluss und Inbetriebnahme

Aufstellungsort: **Innenraum**

max. Umgebungstemperatur in °C: **25** Relative Luftfeuchte in %: **55**

max. Innentemperatur SGK in °C: **40** min. Innentemperatur SGK in °C: **16**

Fällt die Temperatur unter **16 °C** bei gleichbleibender absoluter Luftfeuchte, wird der Sättigungsdruck und damit eine relative Luftfeuchte von 100% erreicht und es kann zur Kondensation kommen.

Auf keinen Fall dürfen Flüssigkeiten oder anderweitige Verschmutzungen in die Schaltgerätekombination eindringen.

Bei der Wahl des Aufstellungsortes der Schaltgerätekombination müssen die Fluchtwege nach Normen und Richtlinien der Vereinigung der kantonalen Feuerversicherungen zwingend eingehalten werden.

Die Anschlussnennwerte muss den auf dem Typenschild und Stücknachweis angegebenen Bemessungswerten entsprechen.

Die Bemessungswerte der Schaltgerätekombination müssen mindestens so groß sein, dass sie den zugehörigen Betriebsbedingungen und Nennwerten sowohl im stationären als auch instationären Zustand am vorgesehenen Anschlusspunkt des Netzes genügen.

3 Instandhaltung

Als Instandhaltung gelten regelmäßige Besichtigung, Prüfung, Wartung und Instandsetzung während der vorgesehenen Lebensdauer der elektrischen Anlage. Zu überprüfen ist die Wirksamkeit der Schutzmassnahmen (z.B. Fehlerstromschutzeinrichtungen), Staubentwicklung und Wärme, um die Sicherheit der Anlage während ihrer Lebensdauer zu gewährleisten. Ferner ist durch die regelmäßige Instandhaltung die Zuverlässigkeit der Betriebsmittel in Hinblick auf den ordnungsgemässen Betrieb der Anlage sicherzustellen. Die Beachtung der Hinweise verringert das Unfall- und Brandrisiko beim Umgang mit Elektrizität erheblich und fördert die sichere Nutzung der Schaltgerätekombination.

- Fehlerstromschutzschalter **halbjährlich testen**
- Empfehlung: Nächste Instandhaltung der SGK **12.05.2025**

4 RetroFit (Modernisierung) / Entsorgung

Informationen und Beratung siehe Kontaktdaten

5 Kontaktdaten



Kontaktperson: Simon Wenger
Telefon: +41 31 961 33 88
Mobil: +41 78 620 96 23
E-Mail: wenger@werderundpartner.ch
Website: www.werderundpartner.ch

Konformitätserklärung

Seite 1/1

Objekt: **ARA Münsingen, Ersatz Blockheizkraftwerk**
Anlage: **Feld 13**
Anlagennummer: **A22023.02**

Richtlinien: **Richtlinie 2014/35/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die EU-Niederspannungsrichtlinie**
Richtlinie 2014/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über die elektromagnetische Verträglichkeit.

Produktenorm(en): Wir erklären in alleiniger Verantwortung, dass das Produkt mit der/den folgenden Norm(en) übereinstimmt und gebaut ist.

EN 61439 - 1 Allgemeine Festlegungen
EN 61439 - 2 Energie-Schaltgerätekombinationen

Haftungsausschluss: **Werder + Partner haftet nicht für Schäden jeglicher Art - namentlich unmittelbare oder mittelbare Schäden, Mangel- oder Mangelfolgeschäden, Verluste oder Kosten -, die aufgrund von fehlerhaften Angaben durch den Anwender entstehen.**
Wir übernehmen keine Haftung für Anpassungen und/oder Erweiterungen an der Schaltgerätekombination, die nicht durch Werder + Partner ausgeführt wurden.

Hersteller: **Werder + Partner Elektrotechnik AG**
Datum: **13.05.2022**
Ort: **Kehrsatz**
Name des Bevollmächtigten: **Thai Pham**
Funktion des Bevollmächtigten: **Werkstattleiter**
Visum des Prüfers:



Bauartnachweis-Protokoll (nach EN 61439-1 2011 + EN 60204-1)

Objekt:	ARA Münsingen, Ersatz Blockheizkraftwerk	Anlagennummer: A22023.02
Anlage:	Feld 13	Herstellungsdatum: 13.05.2022
Produktenorm:	EN 61439 - 2	

Normenabschnitt	Nachzuweisende Merkmale	Nachweis durch	i.O.
10.2	Festigkeit von Werkstoffen und Teilen	Begutachtung	✓
	- Korrosionsbeständigkeit - Eigenschaften von Isolierwerkstoffen - Wärmebeständigkeit - Widerstandsfähigkeit gegen außergewöhnliche Wärme und Feuer aufgrund von inneren elektrischen Auswirkungen - Beständigkeit gegen UV-Strahlung - Anheben - Schlagprüfung - Aufschriften	Verwendung eines Leergehäuses nach EN 62208 Für Leergehäuse, deren Eigenschaften nach EN 62208 nachgewiesen wurden, sind weitere Prüfungen nach Abschnitt 10.2 nicht nötig unter der Voraussetzung, dass bei dem Bau der Schaltgerätekombination keine Veränderungen am Gehäuse vorgenommen wurden, die die nachgewiesenen Eigenschaften beeinträchtigen.	
10.3	Schutzart von Gehäusen	Begutachtung	✓
	Bauart: Reihenschrank IP-Schutz: IP2X	Verwendung eines Leergehäuses nach EN 62208	
10.5.2	Durchgängigkeit der Verbindung zwischen Körpern der Schaltgerätekombination und Schutzleiterkreis	Prüfung	✓
		Widerstand max 0.1 Ω bei einem Prüfstrom min 10A (AC oder DC)	
10.6	Einbau von Betriebsmitteln	Begutachtung	✓
10.5.3	Kurzschlussfestigkeit des Schutzleiters	Prüfung	✓
10.7	Innere elektr. Stromkreise und Verbindungen	Begutachtung	✓
10.8	Anschlüsse für von aussen eingeführte Leiter	Begutachtung	✓
10.10	Nachweis der Erwärmung	Prüfung	✓
10.11	Kurzschlussfestigkeit	Prüfung	✓
10.12	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	Begutachtung	✓
	EMV-Umgebung: Umgebung B	Einbau und Verdrahtung nach Herstellerangaben	
10.13	Mechanische Funktion	Prüfung	✓
		Betätigungselement, Verriegelung und Funktionalität prüfen	

 Hersteller: **Werder + Partner Elektrotechnik AG**

 Datum: **13.05.2022**

 Ort: **Kehrsatz**

 Name des Bevollmächtigten: **Thai Pham**

 Funktion des Bevollmächtigten: **Werkstattleiter**

Visum des Prüfers:



Einspeisung 1: Normal-Netz			
10.5.3 10.11	Kurzschlussfestigkeit des Schutzleiters und Kurzschlussfestigkeit	Prüfung => Nachweis gefordert	✓
	Bedingter Kurzschlussstrom (Icc): 50 kA	Betriebsmittel wurden nach Herstellerangaben eingebaut Stützabstände wurden durch die thermischen und dynamischen Kräften bestimmt und gemäss ursprünglichen Hersteller montiert.	
	Empfehlung Schutzeinrichtung: NH Sicherung 400V gG (gL) 400A Querschnitt Aussen- und Neutralleiter: 2x95mm² Querschnitt Schutzleiter: 2x95mm²	I _{kmin} für die Abschaltung der Schutzeinrichtung innerhalb 5s: 3000A Zulässige Abschaltzeit für die Aussenleiter 5s < 53.0 s Zulässige Abschaltzeit für den Schutzleiter 5s < 53.0 s	
	Durchlassstrom I _b (peak) von der Schutzeinrichtung: >17kA	Abschaltung <0.1s => I²t < k²S² Durchlassenergie Schutzeinrichtung I ² t: 869009 A²s Stromwärmeimpuls Aussenleiter k ² S ² : 477422500 A²s Stromwärmeimpuls Schutzleiter k ² S ² : 477422500 A²s	
10.4	Luft- und Kriechstrecken	Prüfung	✓
	Überspannungskategorie: Lastebene (UV) Bemessungsschossspannungsfestigkeit: 2.5kV Bemessungsisolationsspannung: 230/400V Verschmutzungsgrad: 3 Werkstoffgruppe: IIIa	Mindestluftstrecke: 1.5mm => Messen gemäss Anhang F Mindestkriechstrecke: 6.3mm => Messen gemäss Anhang F	
10.9.2	Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit	Prüfung	✓
	Bemessungsisolationsspannung: 230/400V	Betriebsfrequente Spannungsfestigkeit für Hauptstromkreise 1890 V AC oder 2670 V DC	
10.9.3	Stossspannungsfestigkeit	Begutachtung	✓
	Bemessungsschossspannungsfestigkeit: 2.5kV	Mindestluftstrecke: 1.5mm x 1,5 (Sicherheitsfaktor) = 2.25mm	

Stücknachweis-Protokoll (nach EN 61439-1 2011 + EN 60204-1)

Seite 1/2

Objekt: ARA Münsingen, Ersatz Blockheizkraftwerk		Anlagennummer: A22023.02	
Anlage: Feld 13		Herstellungsdatum: 13.05.2022	
Produktenorm: EN 61439 - 2			
11.2	Schutzart von Umhüllungen	Sichtprüfung	✓
	IP-Schutz: IP2X	Eine Sichtprüfung ist erforderlich, um nachzuweisen, dass die vorgeschriebenen Maßnahmen zum Erreichen der vorgesehenen Schutzart eingehalten werden.	
11.3	Kriechstrecken	Sichtprüfung	✓
	Einspeisung 1: Normal-Netz Mindestkriechstrecke: 6.3mm	Die Einhaltung der Vorgaben bezüglich Kriechstrecken muss durch Sichtprüfung nachgewiesen werden. Ist dies durch Sichtprüfung nicht offensichtlich, muss der Nachweis durch physikalisches Messen erbracht werden.	
11.3	Luftstrecken	Sichtprüfung	✓
	Einspeisung 1: Normal-Netz Mindestluftstrecke: 2.25mm	Sind die Luftstrecken bei der Sichtprüfung nicht offensichtlich größer als die in angegebenen Werte, muss der Nachweis durch physikalische Messung oder durch Prüfung der Stoßspannungsfestigkeit übereinstimmend mit 10.9.3 durchgeführt werden.	
11.4	Schutz gegen elektrischen Schlag	Sichtprüfung	✓
	Durchgängigkeit von Schutzleiterkreisen	Die vorgeschriebenen Maßnahmen in Bezug auf Basisschutz und Fehlerschutz müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden. Die Schutzleiterkreise müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden, um nachzuweisen, dass die in vorgeschriebenen Maßnahmen eingehalten werden.	
11.4	Schutz gegen elektrischen Schlag	Stichproben	✓
	Geschraubte Verbindungen von Schutzleiterkreisen	Geschraubte Verbindungen müssen stichprobenartig überprüft werden, ob sie korrekt angezogen sind.	
11.5	Einbau der Betriebsmittel	Sichtprüfung	✓
		Der Einbau und die Kennzeichnung von eingebauten Betriebsmitteln müssen mit den Fertigungsunterlagen für die Schaltgerätekombination übereinstimmen.	
11.6	Innere el. Stromkreise und Verbindungen	Stichproben	✓
		Verbindungen, insbesondere geschraubte Verbindungen, müssen stichprobenartig überprüft werden, ob sie korrekt angezogen sind.	
11.6	Innere el. Stromkreise und Verbindungen	Sichtprüfung	✓
		Leiter müssen auf Übereinstimmung mit den Fertigungsunterlagen für die Schaltgerätekombination überprüft werden.	
11.7	Anschlüsse für von außen eingeführte Leiter	Sichtprüfung	✓
	Einspeisung 1: Normal-Netz Querschnitt Aussen- und Neutralleiter: 2x95mm² Schutzleiteranschluss: 2x95mm²	Die Anzahl, der Typ und die Kennzeichnung von Anschlüssen müssen auf Übereinstimmung mit den Fertigungsunterlagen für die Schaltgerätekombination überprüft werden.	

Stücknachweis-Protokoll (nach EN 61439-1 2011 + EN 60204-1)

Seite 2/2

Objekt:	ARA Münsingen, Ersatz Blockheizkraftwerk	Anlagennummer: A22023.02
Anlage:	Feld 13	Herstellungsdatum: 13.05.2022
Produktenorm:	EN 61439 - 2	

Empfehlung Schutzeinrichtung (SCPD)			
	Einspeisung 1: Normal-Netz NH Sicherung 400V gG (gL) 400A	Es können auch andere Schutzeinrichtungen verwendet werden, mit identischen oder besseren Eigenschaften.	
11.8	Mechanische Funktion	Prüfen	✓
		Die Wirksamkeit von mechanischen Betätigungselementen, Verriegelungen und Verschlüssen, einschliesslich derer in Verbindung mit herausnehmbaren Teilen, muss überprüft werden.	
11.10	Verdrahtung, Betriebsverhalten und Funktion	Sichtprüfung	✓
	Kennzeichnung der Schaltgerätekombination Vollständigkeit der Technischen Dokumentaion	Es muss sichergestellt werden, dass die in Abschnitt 6 festgelegten Angaben und Kennzeichnungen vollständig sind.	
11.10	Verdrahtung, Betriebsverhalten und Funktion	Prüfen	✓
	Elektrische Funktionsprüfung		
11.9	Isolationsfestigkeit	Messungen	✓
	Einspeisung 1: Normal-Netz Prüfspannung: 1890 V AC oder 2670 V DC	In diesem Fall ist die Prüfung bestanden, wenn der Isolationswiderstand zwischen Stromkreisen und Körpern mindestens 1 000 Ω/V je Stromkreis, bezogen auf die Versorgungsspannung dieser Stromkreise gegen Erde, beträgt. Diese Prüfung ist für Hilfsstromkreise nicht erforderlich: – die durch eine Kurzschlusschutzeinrichtung bis 16 A geschützt sind – wenn vorher eine elektrische Funktionsprüfung mit der Bemessungsbetriebsspannung, für die die Hilfsstromkreise vorgesehen sind, durchgeführt wurde.	

Hersteller:	Werder + Partner Elektrotechnik AG
Datum:	13.05.2022
Ort:	Kehrsatz
Name des Bevollmächtigten:	Thai Pham
Funktion des Bevollmächtigten:	Werkstatteleiter
Visum des Prüfers:	

Anhang 3

Baukostenübersicht (exkl. MWST)

Bauvorhaben	MÜNSINGEN, Ersatz BHKW ARA	Projekt-Nr.	793.151
		Datum	30.08.2023
		Seite	1/5

KAG	Bezeichnung/Unternehmer	Nr.	Datum	Typ	KVAktuell	Vertrag	Rechnung
Gesamttotal					1'300'000.00	1'101'310.35	1'188'953.90
1	Vorbereitungsarbeiten				92'000.00		3'028.05
101	Bestandesaufnahmen				2'000.00		3'028.05
	ENVILAB AG, Zofingen						2'350.00
		7	30.06.2021	ER			2'350.00
	SVGW, Zürich						678.05
		9	30.06.2021	ER			678.05
112	Abbrüche				60'000.00		
192	Bauingenieur - Machbarkeitsstudie				30'000.00		
2	Gebäude				195'000.00	126'671.45	122'438.45
211	Baumeisterarbeiten				60'000.00		69'312.70
	Cäsar Bay AG, Konolfingen						67'555.20
		004	14.10.2021	Vertrag		62'669.60	
		22	24.01.2022	AR			20'000.00
		31	11.05.2022	AR			30'000.00
		67	27.03.2023	SR			17'555.20
	Faro AG Facility Services, Bern						1'757.50
		77	15.08.2023	ER			1'757.50
215.2	Fassadenbau				9'000.00		
225	Spezielle Dichtungen und Dämmungen				23'000.00		16'678.35
	AGI AG für Isolierungen, Gümligen						16'678.35
		56	23.11.2022	ER			4'848.90
		020	25.01.2022	Vertrag		8'581.50	
		73	31.05.2023	ER			11'829.45
247.5	Kaminanlagen				20'000.00		
272	Metallbauarbeiten				74'000.00		29'717.40
	Müller Schlosserei AG, Kirchdorf BE						29'717.40
		013	01.04.2022	Vertrag		48'690.35	
		27	30.03.2022	AR			3'000.00
		44	09.08.2022	AR			22'000.00
		75	20.06.2023	SR			4'717.40
281	Bodenbeläge				9'000.00		6'730.00
	Mibatech AG, Lützelflüh-Goldbach						6'730.00
		008	11.11.2021	Vertrag		6'730.00	
		25	18.03.2022	ER			6'730.00
3	Betriebseinrichtungen				694'000.00	833'364.05	863'431.30
331	Apparate Starkstrom				78'000.00		80'942.00
	Werder + Partner Elektrotechnik AG, Kehrsatz						80'942.00
		005	17.11.2021	Vertrag		71'908.75	

Baukostenübersicht (exkl. MWST)

Bauvorhaben	MÜNSINGEN, Ersatz BHKW ARA	Projekt-Nr.	793.151
		Datum	30.08.2023
		Seite	2/5

KAG	Bezeichnung/Unternehmer	Nr.	Datum	Typ	KVAktuell	Vertrag	Rechnung
		42	21.07.2022	ER			38'188.95
		49	04.10.2022	ER			4'731.95
		50	04.10.2022	ER			25'387.00
		51	04.10.2022	ER			8'557.80
		53	01.11.2022	ER			481.45
		55	15.11.2022	ER			396.50
		66	05.04.2023	ER			1'971.45
		69	23.05.2023	ER			1'226.90
332	Starkstrominstallationen				64'000.00		97'410.20
	Burkhalter Technics AG, Zürich						3'915.00
		14	10.11.2021	ER			3'915.00
	Elektro Bähler GmbH, Münsingen						93'495.20
		12	19.10.2021	ER			2'634.50
		80	23.08.2023	ER			5'188.80
		006	17.11.2021	Vertrag		81'636.45	
		34	04.05.2022	AR			18'570.10
		47	01.07.2022	AR			18'570.10
		48	10.09.2022	AR			18'570.10
		62	31.01.2023	AR			9'285.05
		64	28.03.2023	ER			344.55
		65	05.04.2023	SR			20'332.00
335	Rauchmelder mit Anschluss BMA				7'000.00		
337	Fernsteuerungsanlage				32'000.00		74'416.50
	Bouygues E&S Prozessautomation AG, Olten						74'416.50
		014	05.04.2022	Vertrag		72'540.00	
		28	30.03.2022	ER			21'762.00
		54	02.11.2022	ER			35'933.00
		57	22.12.2022	ER			1'627.50
		71	30.05.2023	ER			15'094.00
342	Blockheizkraftwerk				460'000.00		465'549.00
	Avesco AG, Langenthal						465'549.00
		007	12.11.2021	Vertrag		465'549.00	
		21	26.11.2021	AR			139'467.00
		35	23.05.2022	AR			139'467.00
		36	24.05.2022	AR			139'467.00
		58	21.12.2022	SR			47'148.00
343	Wärmeverteilung				24'000.00		91'164.85
	Moser TMT AG, Hombrechtikon						300.00
		41	01.07.2022	ER			300.00
	Schärer AG, Münsingen						90'864.85

Baukostenübersicht (exkl. MWST)

Bauvorhaben	MÜNSINGEN, Ersatz BHKW ARA	Projekt-Nr.	793.151
		Datum	30.08.2023
		Seite	3/5

KAG	Bezeichnung/Unternehmer	Nr.	Datum	Typ	KVAktuell	Vertrag	Rechnung
		015	04.03.2022	Vertrag		27'132.00	
		29	13.04.2022	ER			27'132.00
		016	22.04.2022	Vertrag		71'067.10	
		33	23.05.2022	AR			8'500.00
		43	27.07.2022	AR			24'015.00
		63	16.03.2023	ER			6'557.25
		68	08.05.2023	SR			24'660.60
344	Lüftungsanlagen				18'000.00		
347	Gasdetektion				11'000.00		4'702.80
	Eco Analytics AG, Rheinfelden						4'702.80
		012	16.12.2021	Vertrag		3'817.00	
		26	23.03.2022	ZR			2'627.00
		60	30.01.2023	ER			1'210.00
		74	09.06.2023	ER			865.80
358	Grossrohrinstallationen						49'245.95
	Hiltbrand Systemtechnik AG, Mägenwil						6'560.50
		30	06.05.2022	ER			6'560.50
	Romo Edelstahlbau AG, Herbligen						42'685.45
		011	08.02.2022	Vertrag		39'713.75	
		24	16.03.2022	AR			14'626.00
		38	28.06.2022	ZR			15'716.15
		39	28.06.2022	ER			6'123.05
		52	09.11.2022	ER			4'859.45
		59	26.01.2023	ER			756.00
		72	01.06.2023	ER			604.80
6	Leitungsbau				69'000.00	16'299.85	25'670.45
622	Bauarbeiten zu Werkleitungen				18'000.00		
642.3	Stahlleitungen Gas				39'000.00		
642.4	Polyethylenleitungen Gas				8'000.00		6'358.35
	Schärer AG, Münsingen						6'358.35
		019	01.02.2022	Vertrag		6'987.05	
		45	29.08.2022	ER			6'358.35
642.8	Gasbündel für Notstromversorgung				4'000.00		19'312.10
	ARGOVIA Industrial Services AG, Möhlin						11'396.40
		018	04.07.2022	Vertrag		9'312.80	
		40	03.07.2022	ER			9'462.80
		70	30.05.2023	ER			1'933.60
	CARBAGAS AG, Liebefeld						7'915.70
		37	31.05.2022	ER			5'700.00
		46	31.08.2022	ER			2'215.70

Baukostenübersicht (exkl. MWST)

Bauvorhaben	MÜNSINGEN, Ersatz BHKW ARA	Projekt-Nr.	793.151
		Datum	30.08.2023
		Seite	4/5

KAG	Bezeichnung/Unternehmer	Nr.	Datum	Typ	KVAktuell	Vertrag	Rechnung
9	Baunebenkosten und Übergangskonten				250'000.00	124'975.00	174'385.65
911	Bewilligungen, Baugespann (Gebühren)				6'000.00		3'328.75
	Finanzverwaltung des Kantons Bern, Bern						2'038.75
		13	29.09.2021	ER			2'038.75
	Gemeinde Münsingen, Münsingen						40.00
		76	03.08.2023	ER			40.00
	InfraWerkeMünsingen, Münsingen						450.00
		82	25.08.2023	ER			450.00
	Regierungsstatthalteramt Bern-Mittelland, Ostermundigen						800.00
		81	12.01.2021	ER			800.00
924	Vervielfältigungen, Plankopien						2'293.30
	Ryser Ingenieure AG, Bern						2'293.30
		001	19.11.2019	Vertrag		1'000.00	
		3	12.01.2021	ER			134.30
		6	06.05.2021	ER			416.20
		8	23.08.2021	ER			760.45
		11	20.10.2021	ER			54.60
		20	13.01.2022	ER			565.75
		32	06.05.2022	ER			362.00
934	Bauherrenhaftpflichtversicherung				2'000.00		420.00
	Die Mobiliar, Belp						420.00
		17	26.11.2021	ER			420.00
935	Bauwesenversicherung				1'000.00		2'651.30
	Die Mobiliar, Belp						2'651.30
		16	25.11.2021	ER			2'651.30
983	Reserven für Unvorhergesehenes				101'000.00		
991	Gesamtplaner				85'000.00		
992	Bauingenieur				10'000.00		94'336.00
	Ryser Ingenieure AG, Bern						94'336.00
		001	19.11.2019	Vertrag		85'000.00	
		3	12.01.2021	ER			12'160.80
		6	06.05.2021	ER			8'567.60
		8	23.08.2021	ER			12'210.30
		11	20.10.2021	ER			7'387.00
		20	13.01.2022	ER			21'073.30
		32	06.05.2022	ER			15'314.50
		79	21.08.2023	SR			17'622.50
993	Elektroingenieur				30'000.00		58'437.50
	BERING AG, Bern						58'437.50

Baukostenübersicht (exkl. MWST)

Bauvorhaben	MÜNSINGEN, Ersatz BHKW ARA	Projekt-Nr.	793.151
		Datum	30.08.2023
		Seite	5/5

KAG	Bezeichnung/Unternehmer	Nr.	Datum	Typ	KVAktuell	Vertrag	Rechnung
		010	27.05.2021	Vertrag		20'000.00	
		19	22.12.2021	AR			8'500.00
		23	22.02.2022	AR			8'500.00
		78	15.08.2023	SR			41'437.50
996	Spezialisten				15'000.00		12'918.80
	BERING AG, Bern						
		002	13.01.2020	Vertrag		8'125.00	
	Fuchs & Partner AG, Bern						6'246.25
		009	16.08.2021	Vertrag		6'250.00	
		15	06.12.2021	SR			6'246.25
	Geobau Ingenieure AG, Münsingen						4'722.55
		5	17.02.2021	ER			122.55
		003	26.05.2021	Vertrag		4'600.00	
		10	10.09.2021	AR			1'990.00
		18	17.12.2021	SR			2'610.00
	InfraWerkeMünsingen, Münsingen						650.00
		4	12.01.2021	ER			650.00
	MEGEM Emissionsmessungen GmbH, Uetendorf						1'300.00
		61	14.02.2023	ER			1'300.00



Rechnungsjournal

Datum
Seite

31.08.2023
1/2

Nr.	Auftrag	Bezeichnung	Unternehmer	Datum	Typ	Brutto	MWST	Netto
3	992	Bauingenieur - Gesamtplaner	Ryser Ingenieure AG	12.01.2021	ER	12'295.10	946.70	13'241.80
4	996	Spezialisten - Leitungskataster	InfraWerkeMünsingen	12.01.2021	ER	650.00	50.05	700.05
5	996	Spezialisten - Geomter Beglaubigung Baugesuchsplan	Geobau Ingenieure AG	17.02.2021	ER	122.55	9.45	132.00
6	992	Bauingenieur - Gesamtplaner	Ryser Ingenieure AG	06.05.2021	ER	8'983.80	691.75	9'675.55
7	101	Bestandesaufnahmen - Gasanalyse	ENVILAB AG	30.06.2021	ER	2'350.00	180.95	2'530.95
8	992	Bauingenieur - Gesamtplaner	Ryser Ingenieure AG	23.08.2021	ER	12'970.75	998.75	13'969.50
9	101	Bestandesaufnahmen - Gasanalysen	SVGW	30.06.2021	ER	678.05	52.20	730.25
10	996	Spezialisten - Statiker	Geobau Ingenieure AG	10.09.2021	AR	1'990.00	153.25	2'143.25
11	992	Bauingenieur - Gesamtplaner	Ryser Ingenieure AG	20.10.2021	ER	7'441.60	573.00	8'014.60
12	332	Starkstrominstallationen	Elektro Bähler GmbH	19.10.2021	ER	2'634.50	202.85	2'837.35
13	911	Bewilligungen, Baugespann (Gebühren)	Finanzverwaltung des Kantons Bern	29.09.2021	ER	2'038.75		2'038.75
14	332	Starkstrominstallationen	Burkhalter Technics AG	10.11.2021	ER	3'915.00	301.45	4'216.45
15	996	Spezialisten	Fuchs & Partner AG	06.12.2021	SR	6'246.25	480.95	6'727.20
16	935	Bauwesenversicherung	Die Mobiliar Generalagentur Belp	25.11.2021	ER	2'651.30		2'651.30
17	934	Bauherrenhaftpflichtversicherung	Die Mobiliar Generalagentur Belp	26.11.2021	ER	420.00		420.00
18	996	Spezialisten - Statiker	Geobau Ingenieure AG	17.12.2021	SR	2'610.00	200.95	2'810.95
19	993	Elektroingenieur	BERING AG	22.12.2021	AR	8'500.00	654.50	9'154.50
20	992	Bauingenieur - Gesamtplaner	Ryser Ingenieure AG	13.01.2022	ER	21'639.05	1'666.20	23'305.25
21	342	Blockheizkraftwerk	Avesco AG	26.11.2021	AR	139'467.00	10'738.95	150'205.95
22	211	Baumeisterarbeiten	Cäsar Bay AG	24.01.2022	AR	20'000.00	1'540.00	21'540.00
23	993	Elektroingenieur	BERING AG	22.02.2022	AR	8'500.00	654.50	9'154.50
24	358	Grossrohrinstallationen	Romo Edelstahlbau AG	16.03.2022	AR	14'626.00	1'126.20	15'752.20
25	281	Bodenbeläge	Mibatech AG	18.03.2022	ER	6'730.00	518.20	7'248.20
26	347	Gasdetektion	Eco Analytics AG	23.03.2022	ZR	2'627.00	202.30	2'829.30
27	272	Metallbauarbeiten	Müller Schlosserei AG	30.03.2022	AR	3'000.00	231.00	3'231.00
28	337	Fernsteuerungsanlage	Bouygues E&S Prozessautomation AG	30.03.2022	ER	21'762.00	1'675.65	23'437.65
29	343	Wärmeverteilung - Wärmespeicher	Schärer AG	13.04.2022	ER	27'132.00	2'089.15	29'221.15
30	358	Grossrohrinstallationen	Hiltbrand Systemtechnik AG	06.05.2022	ER	6'560.50	505.15	7'065.65
31	211	Baumeisterarbeiten	Cäsar Bay AG	11.05.2022	AR	30'000.00	2'310.00	32'310.00
32	992	Bauingenieur - Gesamtplaner	Ryser Ingenieure AG	06.05.2022	ER	15'676.50	1'207.10	16'883.60
33	343	Wärmeverteilung - Heizungsombau	Schärer AG	23.05.2022	AR	8'500.00	654.50	9'154.50
34	332	Starkstrominstallationen	Elektro Bähler GmbH	04.05.2022	AR	18'570.10	1'429.90	20'000.00
35	342	Blockheizkraftwerk	Avesco AG	23.05.2022	AR	139'467.00	10'738.95	150'205.95
36	342	Blockheizkraftwerk	Avesco AG	24.05.2022	AR	139'467.00	10'738.95	150'205.95
37	642.8	Gasbündel für Notstromversorgung	CARBAGAS AG	31.05.2022	ER	5'700.00	438.90	6'138.90
38	358	Grossrohrinstallationen	Romo Edelstahlbau AG	28.06.2022	ZR	15'716.15	1'210.15	16'926.30
39	358	Grossrohrinstallationen - Zusatzaufträge	Romo Edelstahlbau AG	28.06.2022	ER	6'123.05	471.45	6'594.50
40	642.8	Gasbündel für Notstromversorgung - Umschaltstation	ARGOVIA Industrial Services AG	03.07.2022	ER	9'462.80	728.65	10'191.45
41	343	Wärmeverteilung	Moser TMT AG	01.07.2022	ER	300.00	23.10	323.10
42	331	Apparate Starkstrom	Werder + Partner Elektrotechnik AG	21.07.2022	ER	38'188.95	2'940.55	41'129.50
43	343	Wärmeverteilung - Heizungsombau	Schärer AG	27.07.2022	AR	24'015.00	1'849.15	25'864.15
44	272	Metallbauarbeiten	Müller Schlosserei AG	09.08.2022	AR	22'000.00	1'694.00	23'694.00
45	642.4	Polyethylenleitungen Gas	Schärer AG	29.08.2022	ER	6'358.35	489.60	6'847.95
46	642.8	Gasbündel für Notstromversorgung	CARBAGAS AG	31.08.2022	ER	2'215.70	170.60	2'386.30
47	332	Starkstrominstallationen	Elektro Bähler GmbH	01.07.2022	AR	18'570.10	1'429.90	20'000.00
48	332	Starkstrominstallationen	Elektro Bähler GmbH	10.09.2022	AR	18'570.10	1'429.90	20'000.00
49	331	Apparate Starkstrom	Werder + Partner Elektrotechnik AG	04.10.2022	ER	4'731.95	364.35	5'096.30
50	331	Apparate Starkstrom	Werder + Partner Elektrotechnik AG	04.10.2022	ER	25'387.00	1'954.80	27'341.80
51	331	Apparate Starkstrom	Werder + Partner Elektrotechnik AG	04.10.2022	ER	8'557.80	658.95	9'216.75
52	358	Grossrohrinstallationen - Erdgaseinspeisung	Romo Edelstahlbau AG	09.11.2022	ER	4'859.45	374.20	5'233.65

53	331	Apparate Starkstrom	Werder + Partner Elektrotechnik AG	01.11.2022	ER	481.45	37.05	518.50
54	337	Fernsteuerungsanlage	Bouygues E&S Prozessautomation AG	02.11.2022	ER	35'933.00	2'766.85	38'699.85
55	331	Apparate Starkstrom	Werder + Partner Elektrotechnik AG	15.11.2022	ER	396.50	30.55	427.05
56	225	Spezielle Dichtungen und Dämmungen	AGI AG für Isolierungen	23.11.2022	ER	4'848.90	373.35	5'222.25
57	337	Fernsteuerungsanlage	Bouygues E&S Prozessautomation AG	22.12.2022	ER	1'627.50	125.30	1'752.80
58	342	Blockheizkraftwerk	Avesco AG	21.12.2022	SR	47'148.00	3'630.40	50'778.40
59	358	Grossrohrinstallationen	Romo Edelstahlbau AG	26.01.2023	ER	756.00	58.20	814.20
60	347	Gasdetektion	Eco Analytics AG	30.01.2023	ER	1'210.00	93.15	1'303.15
61	996	Spezialisten - Emissionsmessungen	MEGEM Emissionsmessungen GmbH	14.02.2023	ER	1'300.00	100.10	1'400.10
62	332	Starkstrominstallationen	Elektro Bähler GmbH	31.01.2023	AR	9'285.05	714.95	10'000.00
63	343	Wärmeverteilung - Heizungsumbau: Einbau Umwälzpumpe	Schärer AG	16.03.2023	ER	6'557.25	504.90	7'062.15
64	332	Starkstrominstallationen	Elektro Bähler GmbH	28.03.2023	ER	344.55	26.55	371.10
65	332	Starkstrominstallationen	Elektro Bähler GmbH	05.04.2023	SR	20'332.00	1'565.55	21'897.55
66	331	Apparate Starkstrom - Rückbau	Werder + Partner Elektrotechnik AG	05.04.2023	ER	1'971.45	151.80	2'123.25
67	211	Baumeisterarbeiten	Cäsar Bay AG	27.03.2023	SR	17'555.20	1'351.75	18'906.95
68	343	Wärmeverteilung - Heizungsumbau	Schärer AG	08.05.2023	SR	24'660.60	1'898.85	26'559.45
69	331	Apparate Starkstrom	Werder + Partner Elektrotechnik AG	23.05.2023	ER	1'226.90	94.45	1'321.35
70	642.8	Gasbündel für Notstromversorgung - Umschaltstation	ARGOVIA Industrial Services AG	30.05.2023	ER	1'933.60	148.90	2'082.50
71	337	Fernsteuerungsanlage	Bouygues E&S Prozessautomation AG	30.05.2023	ER	15'094.00	1'162.25	16'256.25
72	358	Grossrohrinstallationen - Entlüftung Erdgas	Romo Edelstahlbau AG	01.06.2023	ER	604.80	46.55	651.35
73	225	Spezielle Dichtungen und Dämmungen	AGI AG für Isolierungen	31.05.2023	ER	11'829.45	910.85	12'740.30
74	347	Gasdetektion	Eco Analytics AG	09.06.2023	ER	865.80	66.65	932.45
75	272	Metallbauarbeiten	Müller Schlosserei AG	20.06.2023	SR	4'717.40	363.25	5'080.65
76	911	Bewilligungen, Baugespann (Gebühren)	Gemeinde Münsingen	03.08.2023	ER	40.00		40.00
77	211	Baumeisterarbeiten - Baureinigung	Faro AG Facility Services	15.08.2023	ER	1'757.50	135.35	1'892.85
78	993	Elektroingenieur	BERING AG	15.08.2023	SR	41'437.50	3'190.70	44'628.20
79	992	Bauingenieur - Gesamtplaner	Ryser Ingenieure AG	21.08.2023	SR	17'622.50	1'356.95	18'979.45
80	332	Starkstrominstallationen - Beschilderung	Elektro Bähler GmbH	23.08.2023	ER	5'188.80	399.55	5'588.35
81	911	Bewilligungen, Baugespann (Gebühren)	Regierungsstatthalteramt Bern-Mittelland	12.01.2021	ER	800.00		800.00
82	911	Bewilligungen, Baugespann (Gebühren)	InfraWerkeMünsingen	25.08.2023	ER	450.00	11.25	461.25
Gesamttotal						1'188'953.90	91'067.75	1'280'021.65

Adressliste

		Vorname	Nachname	Funktion	Strasse, Nummer	Postfach	PLZ	Ort	Telefon	Mobil	E-Mail
Auftraggeber											
	ARA Region Münsingen	Roland	Sterchi	Leiter ARA Münsingen	Arastrasse 3		3110	Münsingen	031 721 04 33	079 635 97 66	roland.sterchi@muensingen.ch
Ingenieure / Planer / Berater											
	Ryser Ingenieure AG	Adrian	Bugmann	Projektleiter / Bauleiter	Engestrasse 9	Postfach	3001	Bern	031 560 03 53	078 205 31 37	adrian.bugmann@rysering.ch
	Ryser Ingenieure AG	Michael	Steiner	Projektleiter Stv.	Engestrasse 9	Postfach	3001	Bern	031 560 03 44	079 592 82 32	michael.steiner@rysering.ch
	Ryser Ingenieure AG	Andreas	Hurni	Projektaufsicht	Engestrasse 9	Postfach	3001	Bern	031 560 03 27	076 395 54 80	andreas.hurni@rysering.ch
Behörden / Werke											
	Gebäudeversicherung Bern	Fernando	Vecino	Brandschutzexperte	Papiermühlestrasse 130		3063	Ittigen	031 925 15 27		fvecino@gvb.ch
Fachplaner											
	BERING AG	Fons	de Vrede	Partner	Papiermühlestrasse 4		3000	Bern 25	031 337 52 74		fons.devrede@bering.ch
	BERING AG	Nathalie	Descombes	Projektleiterin	Papiermühlestrasse 4		3000	Bern 25	031 337 52 80		nathalie.descombes@bering.ch
	Fuchs + Partner	Alain	Bayard	Geschäftsleiter	Zentweg 9		3006	Bern	031 351 53 42	079 584 24 34	alain.bayard@fuchsundpartner.ch
	Geobau Ingenieure AG	Marc	Leuenberger	Projektleiter	Südstrasse 8a		3110	Münsingen	031 724 30 30		info@geobauing.ch
BKP Unternehmen											
211	Cäsar Bay AG	Stefan	Iseli	Bereichsleiter Hochbau	Emmentalstrasse 73C		3510	Konolfingen	031 790 43 46	079 343 17 45	iseli@bay-bau.ch
255	AGI AG	Pascal	Benninger	Projektleiter Brandschutz	Füllerichstrasse 34		3073	Gümligen	031 838 33 62	076 311 43 95	p.benninger@agi.swiss
272	Müller Schlosserei AG	Urs	Müller	Geschäftsführer	Steg 45		3116	Kirchdorf	031 781 11 05		info@mueller-schlosserei.ch
281	Mibatech AG	Michael	Brügger	Geschäftsführer operativ	Emmentalstrasse 64		3432	Lützelflüh-Golzbach	034 460 10 60	079 794 41 93	michael.bruegger@mibatech.ch
331	Werder + Partner AG	Simon	Wenger	Geschäftsleiter	Bernstrasse 89		3122	Kehrsatz	031 961 33 88		info@werderundpartner.ch
332	Elektro Neon Bähler GmbH	Thomas	Bähler	Geschäftsführer	Erlenauweg 11		3110	Münsingen	031 721 30 10		info@elektrobaehler.ch
337	Bouygues AG	Reto	Müller	Software Engineer	Rötzmattweg 115		4600	Oltén	062 834 83 38	079 356 42 52	reto.mueller@bouygues-es.com
342	Avesco AG	Jonas	Röthlisberger	Projektleiter	Hasenmattstrasse 2		4900	Langenthal	062 915 82 57		jonas.roethlisberger@avesco.ch

Adressliste

343	Schärer AG	Urs	Schärer	Geschäftsführer	Bernstrasse 3		3110	Münsingen	031 721 11 12		u.schaerer@schaererag.ch
347	Eco Analytics AG	Anton	Zutter	Projekt- und Serviceleiter	Sägweg 7		2557	Studen	032 374 76 98		anton.zutter@ecoanalytics.ch
358	Romo AG	Robert	Wildgrube	Geschäftsführer Stv.	Bühlstrasse 5		3671	Herbligen	031 771 34 43	079 194 05 70	r.wildgrube@rominox.ch
642	Schärer AG	Urs	Schärer	Geschäftsführer	Bernstrasse 3		3110	Münsingen	031 721 11 12		u.schaerer@schaererag.ch
642.8	Carbagas AG	Raymond	Schärer	Markt E&P	Hofgut		3073	Gümligen	031 950 50 50		info@carbagas.ch
642.8	ARGOVIA AG	Patrick	Voss	Geschäftsleitung	Germanenstrasse 10		4313	Möhligen	061 512 69 81	078 640 77 62	patrick.voss@argovia-ag.com
996	Megem GmbH	Thomas	Fankhauser	Geschäftsführer	Zelgstrasse 72		3631	Uetendorf	033 552 10 20		info@megem.ch



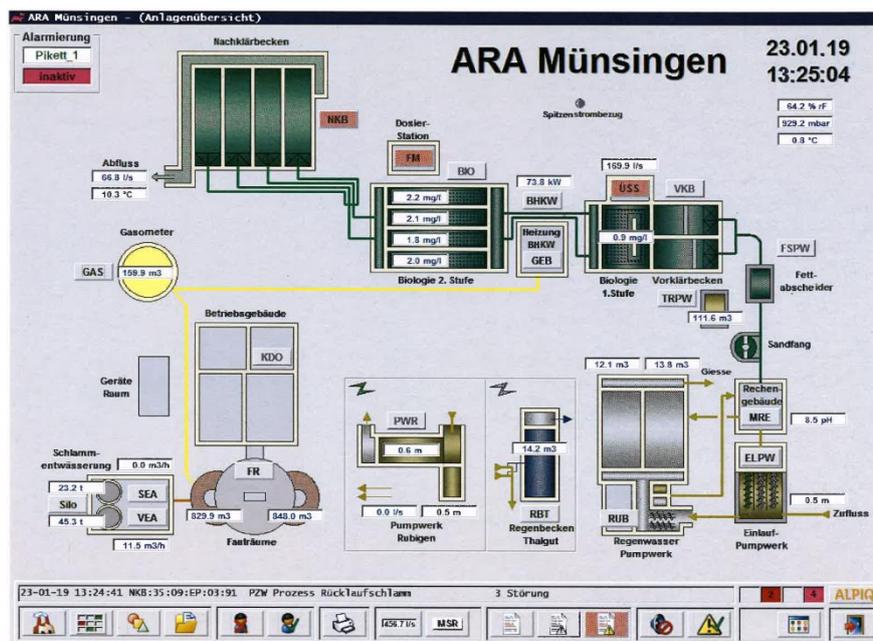
Ryser Ingenieure AG

Engestrasse 9
Postfach
3001 Bern
T 031 560 03 03
info@rysering.ch
www.rysering.ch

ARA Region Münsingen

Ersatz BHKW

Prozessleitsystem Funktionsbeschreibung und Anpassungen



Bern, 31. März 2023, Version 7, Projekt Nr. 793.151

Wasser ist unser Element
wir tragen Sorge dazu

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Ausgangslage	3
1.1	Allgemein	3
1.2	Anpassungen	3
1.3	Bestehendes BHKW	3
2	Ersatz Blockheizkraftwerk	4
2.1	Allgemein	4
2.2	Aggregate	4
2.3	Messstellen	4
2.4	Datenaustausch	5
2.4.1	Allgemein	5
2.4.2	Datenübermittlung PLS an BHKW	5
2.4.3	Datenübermittlung BHKW an PLS	5
2.5	Normalbetrieb	6
2.5.1	Allgemein	6
2.5.2	Sommer- und Winterbetrieb	6
2.5.3	Technische Daten BHKW	6
2.5.4	Leistungsbedarf	6
2.5.5	Füllstand Gasometer	7
2.5.6	Austrittstemperatur Wärmespeicher	7
2.5.7	Gaserwärmung	8
2.6	Handbetrieb	8
2.7	Notstrombetrieb	8
2.8	Betrieb ohne Gasometer	8
2.9	Erdgastestbetrieb (Netzparallelschaltung)	9
2.10	Gasdetektion	9
2.11	Rückbau bestehendes BHKW	9
3	Abgasrekuperator	10
3.1	Allgemein	10
3.2	Aggregate	10
3.3	Messstellen	10
3.4	Datenaustausch	10
3.4.1	Datenübermittlung PLS an BHKW 1	10
3.5	Normalbetrieb	11
4	Heizsystem	11
4.1	Allgemein	11
4.2	Kompressor 8370AC01	11
4.3	Rückbau bestehende Ölheizung	11
5	Anpassungen PLS	12
5.1	Anlagenübersicht	12
5.2	Gassystem – Gasaufbereitung	12
5.3	Gassystem – BHKW-Raum	13

5.4	Heizverteiler	13
5.5	Wärmespeicher	14

Beilagen

- Komponentenliste
- R&I-Schema Gasaufbereitung, Plan-Nr. 793.15-07
- R&I-Schema BHKW-Raum, Plan-Nr. 312092
- R&I-Schema BHKW / Heizung, 4749-RI15
- Funktions- und Regelbeschrieb Rekuperator

1 Ausgangslage

1.1 Allgemein

Die ARA Region Münsingen ersetzt das bestehende Blockheizkraftwerk (BHKW), welches sich in der Gebläsestation befindet, durch zwei notstromtaugliche BHKW, welche zwischen den beiden Faulräumen positioniert werden. Die beiden neuen BHKW werden von der Avesco AG geliefert. Die Inbetriebnahme ist für August 2022 vorgesehen.

Das vorliegende Dokument beschreibt die Anforderung an das PLS für die Regelung der neuen BHKW sowie die notwendigen Anpassungen an den PLS-Bildern.

1.2 Anpassungen

Es sind die nachfolgenden Anpassungen vorgesehen:

- Ersatz BHKW durch zwei notstromtaugliche BHKW
- Rückbau Notstromdiesel
- Rückbau Ölheizung
- Installieren von zwei Wärmespeicher à 4'700 l

1.3 Bestehendes BHKW

Da bei der Inbetriebnahme nach einem Umbau dieser Grössenordnung immer etwas schiefgehen kann, soll bis zur erfolgreichen Inbetriebnahme der neuen BHKW wieder das ursprüngliche PLS aufgeschaltet und somit das bestehende BHKW in Betrieb genommen werden können.

2 Ersatz Blockheizkraftwerk

2.1 Allgemein

Das übergeordnete PLS fungiert als Master und regelt die beiden BHKW einzeln in Bezug auf das Ein- und Ausschalten sowie die Lastvorgabe (60 – 100 %). Die beiden BHKW verfügen jeweils über eine eigene Steuerung, welche die BHKW anhand der Leistungsvorgaben vom PLS steuert. Die BHKW-Steuerungen regeln auch die Synchronisierung untereinander.

2.2 Aggregate

In der Tabelle 1 sind die Aggregate zusammengefasst, welche vom PLS gesteuert werden.

Tabelle 1: Vom PLS geregelte Aggregate

MSR-Nr.	Bezeichnung	Bemerkungen
<i>Gasaufbereitung (Ex-Zone)</i>		
7102AG01	Druckerhöhungsgebläse 1	Bestehend
7102AG02	Druckerhöhungsgebläse 2	Bestehend
7102HZ01	Gaserwärmung elektrisch	Neu
<i>BHKW-Raum</i>		
7312AB02	Blockheizkraftwerk Nr. 1	Neu, Winter-BHKW
7312AB03	Blockheizkraftwerk Nr. 2	Neu, Sommer-BHKW

2.3 Messstellen

In der Tabelle 2 sind die Messstellen zusammengefasst, welche im Normalbetrieb benötigt werden.

Tabelle 2: Notwendige Messstellen

MSR-Nr.	Bezeichnung	Bemerkungen
<i>Gasaufbereitung (Ex-Zone)</i>		
7102ZF01	Durchfluss Faulraum 1	Bestehend
7102ZF02	Durchfluss Faulraum 2	Bestehend
7102MP02	Druck Gasometer	Bestehend
7102MT01	Temperatur vor Gaserwärmung	Neu
7102MT02	Temperatur nach Gaserwärmung	Neu
7103ML01	Füllstand Gasometer	Bestehend
<i>BHKW-Raum</i>		
7212MQ01	Durchfluss- und Methanmessung BHKW 1	Neu
7212MQ02	Durchfluss- und Methanmessung BHKW 2	Neu
7212MQ03	Gasdetektor BHKW Nr. 1	Neu
7212MQ04	Gasdetektor BHKW Nr. 2	Neu
8366MT11	Vorlauftemperatur Heizverteiler	Bestehend

MSR-Nr.	Bezeichnung	Bemerkungen
<i>Wärmespeicher</i>		
8390MT01	Eintrittstemperatur Wärmespeicher	Neu
8390MT02	Austrittstemperatur Wärmespeicher	Neu

2.4 Datenaustausch

2.4.1 Allgemein

Der Datenaustausch zwischen dem PLS und der BHKW-Steuerung erfolgt konventionell via I/O. Es gibt keine BUS-Verbindung.

2.4.2 Datenübermittlung PLS an BHKW

- Analog
 - > Energiebedarf pro BHKW
- Digital
 - > Freigabe BHKW EIN
 - > Gasaufbereitung OK
 - > Erdgastestbetrieb (Netzparallelschaltung)
 - > Rekuperator bereit (nur BHKW 1)
 - > Rekuperator Störung (nur BHKW 1)
 - > Gas- / Brandalarm

2.4.3 Datenübermittlung BHKW an PLS

- Analog
 - > CH₄-Messung (= Klärgas)
 - > Leistungsmessung (noch nicht implementiert)
- Digital
 - > BHKW bereit
 - > BHKW in Betrieb
 - > Sammelalarm ausschaltend
 - > Sammelalarm nicht ausschaltend
 - > Gasmengenzähler (= Klärgas)
 - > Normalbetrieb
 - > Notbetrieb (Netzausfall)
 - > Notbetrieb bereit
 - > Energiezähler (noch nicht implementiert)
 - > Wartung fällig

2.5 Normalbetrieb

2.5.1 Allgemein

Das Regelkonzept für die beiden neuen BHKW beruht vereinfacht auf den nachfolgenden drei Parametern:

- Leistungsbezug IWM
- Füllstand Gasometer
- Temperatur Wärmespeicher

Die neuen BHKW werden lastabhängig betrieben. Dies bedeutet, dass der Leistungsaustausch (Bezug und Abgabe) mit dem IWM-Netz auf ein Minimum reduziert werden soll. Der Soll-Parameter ist somit der Leistungsbezug IWM. Die übrigen Parameter geben lediglich vor, ob die BHKW in Betrieb sein dürfen / müssen und wie hoch die maximale Leistung ist.

Alle vorgeschlagenen Parameter sind über das PLS verstellbar.

2.5.2 Sommer- und Winterbetrieb

Da nur das BHKW Nr. 1 mit einem Rekuperator ausgerüstet ist, wird dieses jeweils zwischen Oktober und März prioritär betrieben. Der Betrieb des BHKW Nr. 2 hat somit zwischen April und September Priorität. Die Umschaltung zwischen Sommer- und Winterbetrieb erfolgt manuell über das PLS.

2.5.3 Technische Daten BHKW

- Anzahl: 2
- Lieferant: Avesco AG
- Typ: TBG924
- Leistung elektrisch: 2 x 72 kW
- Leistung thermisch: 1 x 110 kW (BHKW 1 inkl. Rekuperator)
1 x 94 kW (BHKW 2)
- Generator: LSA 44.3 S5 / 4p, 1'500 min⁻¹, 50 Hz / 400 V
- Schnittstelle PLS – BHKW: I/O
- Master: PLS

2.5.4 Leistungsbedarf

Da die ARA Region Münsingen neu über zwei BHKW verfügt, kann die Leistungsregelung nicht direkt über den Leistungsbezug IWM erfolgen. Zur Berechnung der Leistung, welche die BHKW liefern müssen, wird ein virtueller Leistungsbedarf berechnet:

Leistungsbedarf = Leistungsbezug IWM + Leistung BHKW 1 + Leistung BHKW 2

Der Soll-Wert wird über 15 min gemittelt (= gleitender Mittelwert) und alle 15 min angepasst. Die Mindestlaufzeit pro BHKW beträgt eine Stunde (einstellbar 30 – 180 min).

In der Tabelle 3 ist das Regelkonzept in Funktion des Leistungsbedarfs zusammengefasst.

Tabelle 3: Regelkonzept in Funktion des Leistungsbedarfs

Stufe	Leistung 1. BHKW	Leistung 2. BHKW	Leistung Total	Leistungsbedarf
0	0 %	0 %	0 kW	≤ 5 kW
1	60 – 100 %	-	43 – 72 kW	≥ 25 kW
2	60 – 100 %	60 %	86 - 115 kW	≥ 86 kW
3	60 – 100 %	60 – 100 %	115 – 144 kW	≥ 115 kW

2.5.5 Füllstand Gasometer

Der Füllstand des Gasometers ist Massgebend für die Betriebsfreigabe. Da die Hoch- und Niedertarife in der zukünftigen Regelung nicht mehr berücksichtigt werden, ergeben sich die neuen Schaltpunkte gemäss Tabelle 4.

Tabelle 4: Schaltpunkte in Funktion des Gasometerfüllstands

Messwert	Massnahme
< 25 m ³	Alarm "Gasometer LEER"
< 30 m ³	BHKW 1 AUS
> 60 m ³	Freigabe BHKW 1
< 80 m ³	BHKW 2 AUS
> 140 m ³	Freigabe BHKW 2
< 300 m ³	Zwangsbetrieb BHKW 1 aufgehoben
< 320 m ³	Zwangsbetrieb BHKW 2 aufgehoben
< 340 m ³	Gasfackel AUS
> 340 m ³	Zwangsbetrieb BHKW 1
> 360 m ³	Zwangsbetrieb BHKW 2
> 370 m ³	Gasfackel EIN
> 380 m ³	Alarm "Gasometer VOLL"

2.5.6 Austrittstemperatur Wärmespeicher

Eine zu tiefe Faulraumtemperatur kann im Bedarfsfall die Faulraumumwälzung in Betrieb nehmen. Ist in diesem Fall die Austrittstemperatur Wärmespeicher (8390MT02) zu gering, kann dies die Inbetriebnahme des prioritären BHKW gemäss Tabelle 5 bewirken.

Tabelle 5: Schaltpunkte in Funktion der Heizwassertemperatur

Messwert	Massnahme	Bemerkungen
< 40 °C	BHKW EIN	Wenn Betriebsfreigabe Gasometer vorhanden
> 60 °C	BHKW AUS	Wenn keine Leistungsanforderung vorhanden

2.5.7 Gaserwärmung

Die Gaserwärmung erfolgt über die neue Gasheizung 7102HZ01 gemäss Tabelle 6 und ist nur in Betrieb, wenn die nachfolgenden Kriterien erfüllt sind:

- Normalbetrieb
- BHKW 1 oder BHKW 2 in Betrieb

Tabelle 6: Schaltpunkte Gaserwärmung

$\Delta t_{\text{Gaserwärmung}}$ (7102MT02 - 7102MT01)	Massnahmen
< 8 °C	Gasheizung EIN
> 12 °C	Gasheizung AUS

2.6 Handbetrieb

Bevor eines der BHKW von Hand eingeschaltet wird, muss am PLS eines der Gasgebläse in Betrieb genommen werden. Sollte das PLS ausfallen, ohne dass eine Notstrom-Situation vorherrscht, muss das Gasgebläse manuell über den Vorortschalter gestartet werden.

2.7 Notstrombetrieb

Die beiden BHKW werden im Notstrombetrieb über zwei Erdgasbündel gespeist. Es sind bis zu den Hauptgasmagnetventilen keine elektrischen Aggregate oder Messstellen verbaut.

Sobald die BHKW-Steuerung die bei einem Netzausfall übliche Phasenverschiebung (Vektorsprung) detektiert, wird die nachfolgende Prozedur eingeleitet:

1. Öffnen des BHKW-Generatorschalters, falls die BHKW im Netzparallelbetrieb sind
2. BHKW-Steuerung: Signal "Notstrombetrieb" an PLS, falls der Netzausfall nach ca. 2 Sekunden noch anstehend ist (PLS verfügt über USV und bleibt aktiv)
3. BHKW-Steuerung: Herunterfahren der beiden BHKW, falls diese in Betrieb sind
4. BHKW-Steuerung: Öffnen der Magnetventile zur Erdgasversorgung
5. BHKW-Steuerung: Starten und synchronisieren der beiden BHKW
6. BHKW-Steuerung: Öffnen des Netzkoppelschalters
7. Öffnen der Lastabwurfschalter (Kompensationsanlage und ggf. Druckluftkompressoren)
8. BHKW-Steuerung: Schliessen des BHKW-Generatorschalters
→ Alle Stromverbraucher, die nicht über das PLS gesteuert werden, gehen in Betrieb
9. BHKW-Steuerung: Signal "Notstrombetrieb bereit" an PLS
10. PLS: Serielle Inbetriebnahme der beiden Regenschnecken

Bei der Netzurückkehr werden die beiden BHKW heruntergefahren und anschliessend gemäss den Anforderungen im Normalbetrieb gesteuert.

2.8 Betrieb ohne Gasometer

Beim Austausch des Gasometers wird nur das prioritäre BHKW über den Faulraumdruck ein- und ausgeschaltet. Alle übrigen Kriterien sind in dieser Sonderbetriebsart nichtig.

7102MP01	Massnahmen
> 25 mbar	1. BHKW EIN, Leistung 100 %
< 10 mbar	1. BHKW AUS

2.9 Erdgastestbetrieb (Netzparallelschaltung)

Der Erdgastestbetrieb wird pro BHKW manuell über das PLS gestartet und gestoppt. Der Start mit Erdgas ist nur möglich, wenn das betroffenen BHKW ausser Betrieb ist. Bei diesem Testbetrieb wird jeweils ein BHKW mit 43 kW (60 %) betrieben. Es besteht jedoch die Möglichkeit, beide BHKW zu Starten und die Leistungsvorgaben anzupassen. Für den Erdgastestbetrieb werden mit Ausnahme der BHKW keine Aggregate oder Messungen benötigt.

2.10 Gasdetektion

Pro BHKW ist ein Gasdetektor verbaut:

MSR-Nr.	Bezeichnung	Bemerkungen
7212MQ03	Gasdetektion BHKW 1	Neu
7212MQ04	Gasdetektion BHKW 2	Neu

Beide Gasdetektoren verfügen über je zwei Schwellenwerte:

7212MQ03 / 7212MQ03	Massnahmen
≥ 20 %	Alarm "Gasaustritt BHKW"
≥ 40 %	BHKW AUS
Störung	Alarm "Störung Gasdetektion"

2.11 Rückbau bestehendes BHKW

Siehe R&I-Schema BHKW / Heizung, 4749-RI15

3 Abgasrekuperator

3.1 Allgemein

Nur das BHKW 1 verfügt über einen Abgasrekuperator. Dieser wird über das PLS gesteuert.

3.2 Aggregate

In der Tabelle 7 sind die Aggregate zusammengefasst, welche vom PLS geregelt werden.

Tabelle 7: Vom PLS geregelte Aggregate

MSR-Nr.	Bezeichnung	Avesco-Nr.
7312AR02	Rekuperator BHKW 1	40.53.02
7312VM01	Motorklappe	40.30.01
7312VM02	Mischventil	24.30.21
7312PZ01	Kühlwasserkreispumpe	24.22.21

3.3 Messstellen

In der Tabelle 8 sind die Messstellen zusammengefasst, welche im Normalbetrieb benötigt werden.

Tabelle 8: Notwendige Messstellen

MSR-Nr.	Bezeichnung	Avesco-Nr.
7312MT01	Abgastemperatur nach Rekuperator	40.01.03
7312GS01	Sicherheitssensor Motorklappe	40.08.01
7312GS02	Sicherheitssensor Bypassklappe	40.08.02
7312MT02	Temperaturwächter	24.01.21
7312MP01	Druckschalter	24.02.21
8366MT11	Vorlauftemperatur Heizverteiler	

3.4 Datenaustausch

3.4.1 Datenübermittlung PLS an BHKW 1

- Digital
 - > Rekuperator bereit
 - > Rekuperator Störung

3.5 Normalbetrieb

Die Steuerung des Rekuperators erfolgt über das PLS auf Basis des Funktionsbeschreibs der Avesco AG vom 09. Mai 2022. Ausschlaggebend ist die Vorlauftemperatur des Heizverteilers. In der Tabelle 9 sind die entsprechenden Schaltpunkte aufgeführt.

Tabelle 9: Schaltpunkte in Abgasrekuperation

Messwert	Massnahme	Bemerkungen
< 30 °C	EIN	BHKW 1 muss in Betrieb sein
> 50 °C	AUS	

4 Heizsystem

4.1 Allgemein

Das Heizsystem wird wie bisher betrieben. Die Umwälzpumpe 8360PZ11 läuft im Dauerbetrieb.

4.2 Kompressor 8370AC01

Der Kompressor läuft autonom. Der Ein- und Ausschaltdruck wird vor Ort eingestellt. Die Freigabe des Kompressors erfolgt über das PLS. Eine allfällige Störung des Kompressors wird am PLS angezeigt.

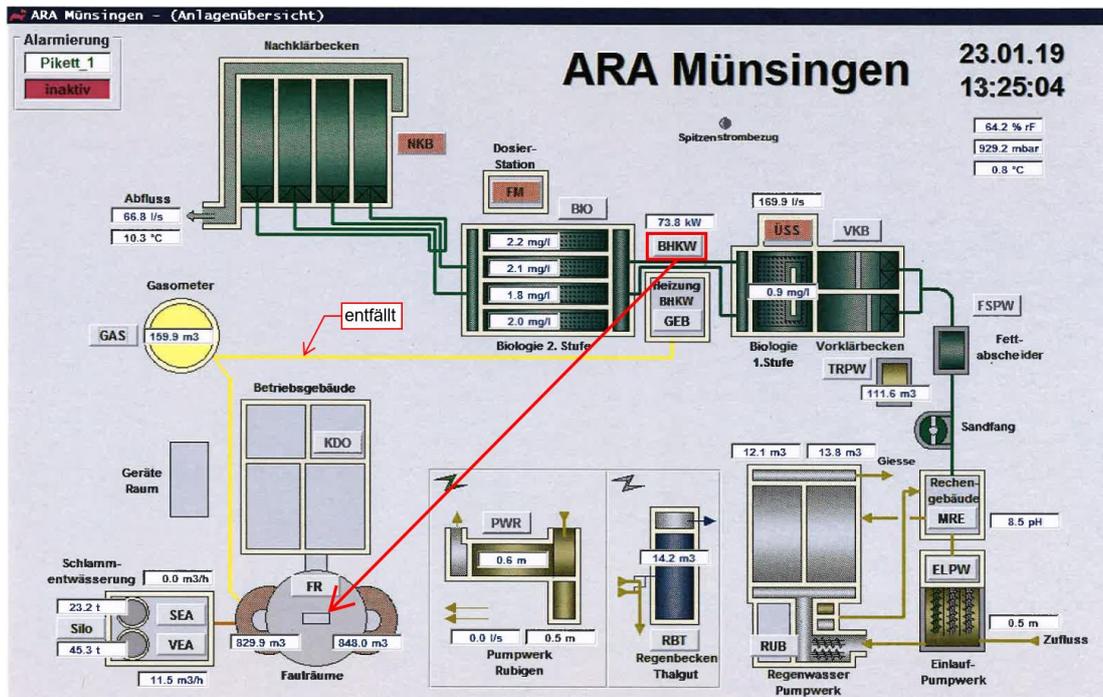
4.3 Rückbau bestehende Ölheizung

Siehe R&I-Schema BHKW / Heizung, 4749-RI15

5 Anpassungen PLS

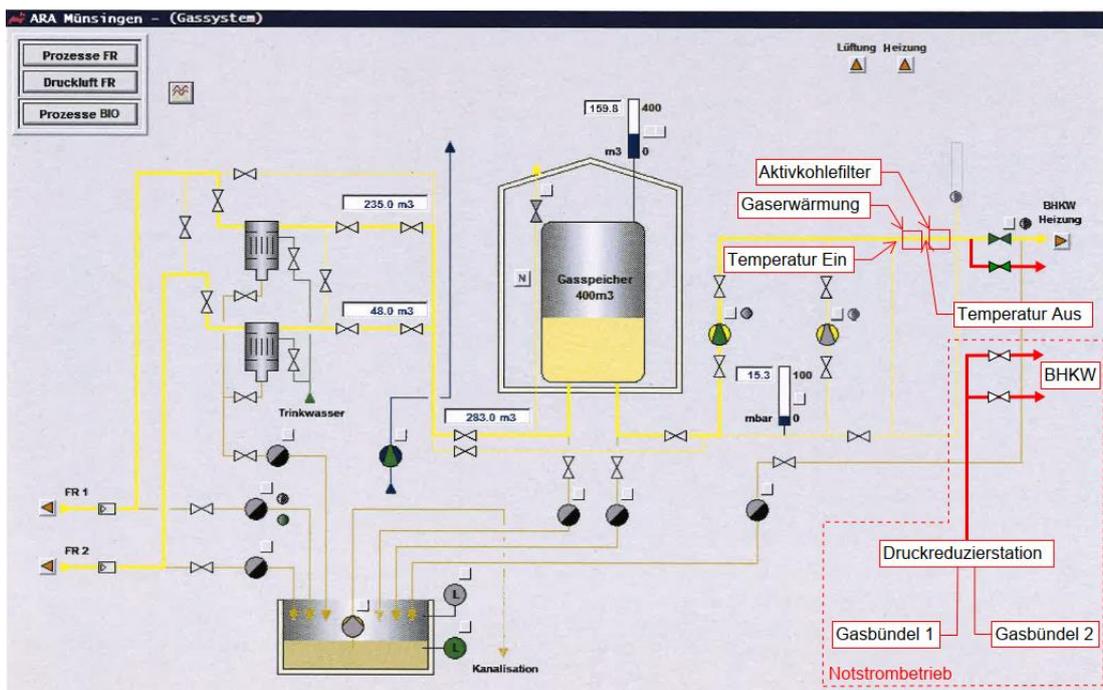
5.1 Anlagenübersicht

Die beiden neuen BHKW befinden sich nach dem Umbau zwischen den Faulräumen.



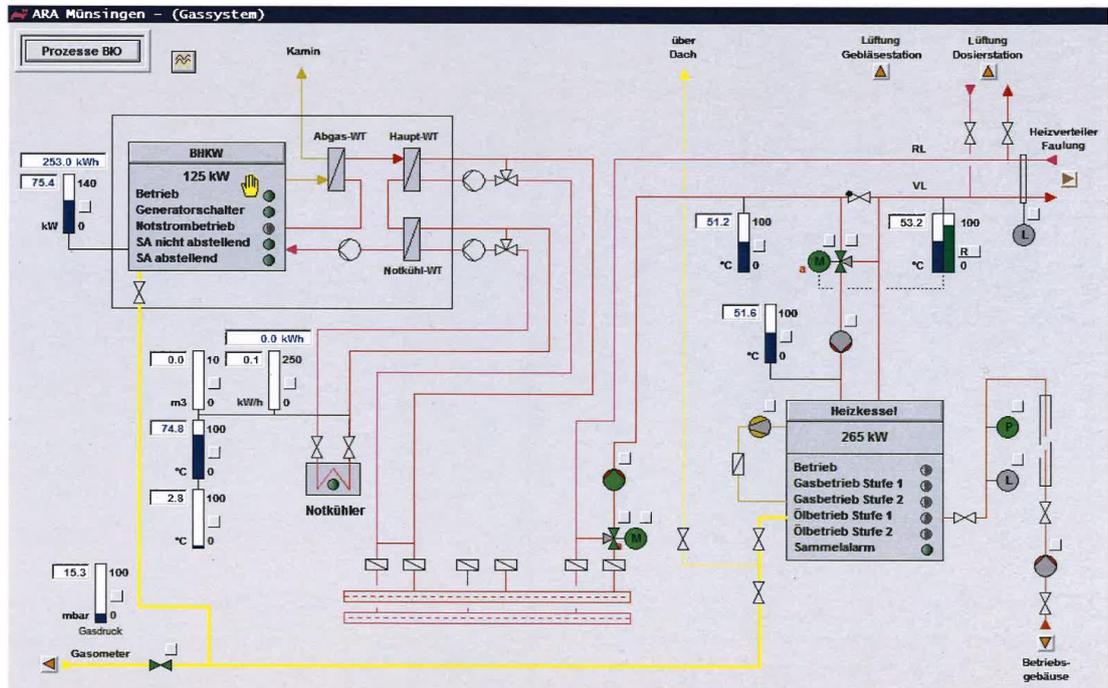
5.2 Gassystem – Gasaufbereitung

Dieses PLS-Bild ist Basis des Plan-Nr. 793.15-06 wie folgt anzupassen:



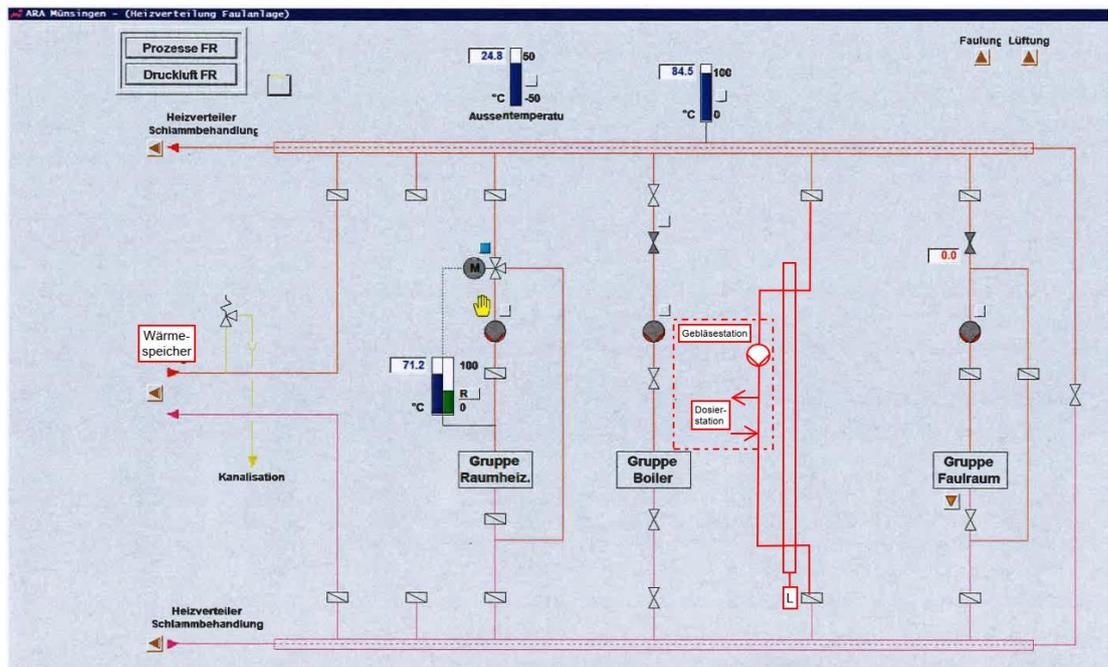
5.3 Gassystem – BHKW-Raum

Dieses PLS-Bild ist auf Basis des R&I-Schemas-Nr. 312092 der Avesco AG neu zu erstellen:



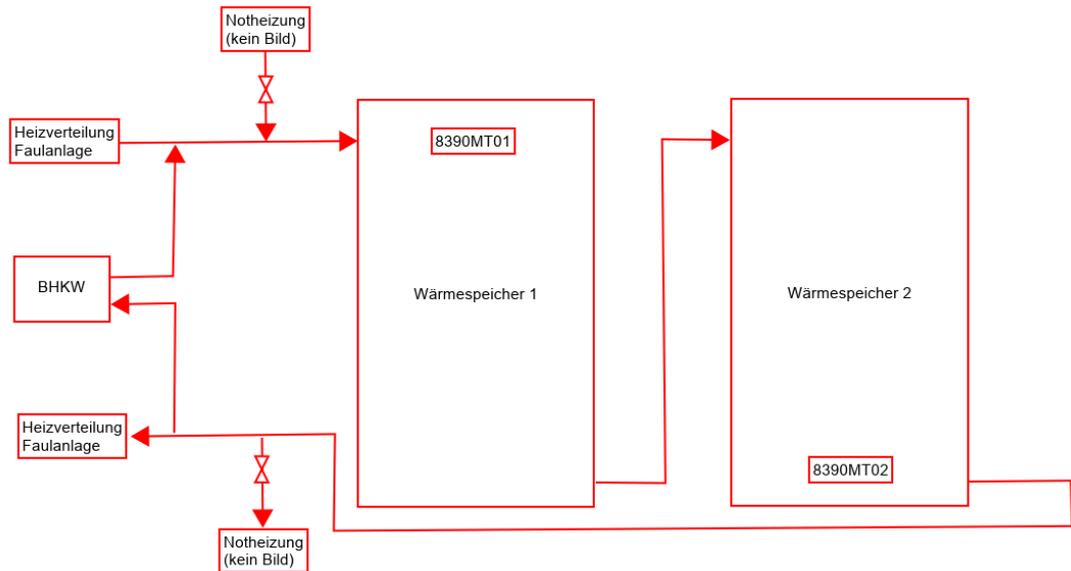
5.4 Heizverteiler

Dieses PLS-Bild ist wie folgt anzupassen:



5.5 Wärmespeicher

Dieses PLS-Bild ist wie folgt neu zu zeichnen:



Stand: Version 7 vom 31. März 2023
Autor: Adrian Bugmann, Ryser Ingenieure AG
E-Mail: adrian.bugmann@rysering.ch
Korreferat: -

L:\Windaten\793-151 Ersatz BHKW\09-Unternehmer\BKP 337 Fernsteuerungsanlagen\02-Funktionsbeschreibung\PLS - Funktionsbeschreibung und Anpassungen_V07.docx

Elektrische Komponenten

- R&I-Schemen - Gasraum: 793.15-07
 - BHKW-Raum: 312092
 - BHKW / Heizung: 4749-RI15
 - Heizverteilung Faulanlage: 4749-RI12

Zustand	MSR-Nummer	Bezeichnung	Fabrikat / Typ	Hersteller / Lieferant	Anspeisung	Leistung	Signal	Ex-Kennzeichnung	Zuständigkeit
Hauptinspeisung									
Ersatz	8208YU03	Netzschalter BHKW's						keine Ex-Zone	Bering
Neu	8208YU04	Einspeiseschalter BHKW 1						keine Ex-Zone	Bering
Neu	8208YU05	Einspeiseschalter BHKW 2						keine Ex-Zone	Bering
Gasaufbereitung									
Besetehnd		Raumheizung							-
Besetehnd	7102AG01	Druckerhöhungsgebläse 1	S-GRN48/120/500/1G	Meidinger AG		1.1 kW		II 2G / 2G T2	Bering
Besetehnd	7102AG02	Druckerhöhungsgebläse 2	S-GRN48/120/500/1G	Meidinger AG		1.1 kW		II 2G / 2G T2	Bering
Neu	7102HZ01	Gaserwärmung elektrisch	F Ex 1 80-16, TL 750	heatsystems GmbH	230 V / 50 Hz	1 kW		II 2G Ex d IIC Gb	Bering
Besetehnd	7102ZF01	Durchflussmessung Faulraum 1							Bering
Besetehnd	7102ZF02	Durchflussmessung Faulraum 2							Bering
Bestehend	7102MP01	Drucksensor	Vegabar 52	VEGA AG	24 VDC			ATEX II 1/2G, 2G Ex d ia IIC T6 Ga, Ga/Gb, Gb	Bering
Neu	7102MT01	Temperaturfühler vor Gaserwärmung	PT100					II 1 G Ex ia IIC T6 Ga	Bering
Neu	7102MT02	Temperaturfühler nach Gaserwärmung	PT100					II 1 G Ex ia IIC T6 Ga	Bering
Neu	7102VM06	Hauptgasventil Klärgas BHKW 1	MVD 2050/5 S02 SGN	Hiltbrand AG	230 VAC			keine Ex-Zone	Avesco
Neu	7102VM07	Hauptgasventil Klärgas BHKW 2	MVD 2050/5 S02 SGN	Hiltbrand AG	230 VAC			keine Ex-Zone	Avesco
Neu	7102VM08	Hauptgasventil Erdgas BHKW 1	MVD 2050/5	Hiltbrand AG	24 VDC			keine Ex-Zone	Avesco
Neu	7102VM09	Hauptgasventil Erdgas BHKW 2	MVD 2050/5	Hiltbrand AG	24 VDC			keine Ex-Zone	Avesco
Entfällt	7102VM05	Hauptgas-Magnetventil						keine Ex-Zone	-
Gasometer									
Bestehend	7103ML01	Füllstand Gasometer							Bering
BHKW-Raum									
Neu	7212MQ01	Durchfluss- und Methanmessung BHKW 1	Optisonic 7300 Biogas	Krohne GmbH	24 VDC		Analog	keine Ex-Zone	Avesco
Neu	7212MQ02	Durchfluss- und Methanmessung BHKW 2	Optisonic 7300 Biogas	Krohne GmbH	24 VDC		Analog	keine Ex-Zone	Avesco
Neu	7212MQ03	Gasdetektion BHKW 1	Sensor: HC150, Auswertung: GMC 8420	EcoAnalytics	230 V / 50 Hz		Digital	Sensor: II 3 G Ex nA de IIC T4 Gc	Bering
Neu	7212MQ04	Gasdetektion BHKW 2	Sensor: HC150, Auswertung: GMC 8420	EcoAnalytics	230 V / 50 Hz		Digital	Sensor: II 3 G Ex nA de IIC T4 Gc	Bering
Neu	7212MQ05	Rauchmelder BHKW-Raum					Digital	keine Ex-Zone	Bering
Neu	7212KA01	Kamera BHKW-Raum						keine Ex-Zone	Bering
BHKW 1									
Neu	7312AB02	Blockheizkraftwerk Nr. 1						keine Ex-Zone	Bering
Neu	7312AG02	Zuluftventilator BHKW 1 (21.24.02)						keine Ex-Zone	Avesco
Neu	7312AN02	Notkühler BHKW 1 (25.24.01)						keine Ex-Zone	Avesco
Neu	7312MT03	Temperatur nach Notkühler BHKW 1 (25.01.01)						keine Ex-Zone	Avesco
Rekuperator zu BHKW 1									
Neu	7312AR02	Rekuperator BHKW 1 (40.53.02)						keine Ex-Zone	Bering
Neu	7312MT01	Abgastemperatur nach Rekuperator (40.01.03)	TR11k	Moser TMT AG				keine Ex-Zone	Bering
Neu	7312VM01	Motorklappe (40.30.01)	SQ6	Bernhard Control				keine Ex-Zone	Bering
Neu	7312VM02	Bypassventil Rekuperator (40.30.02)							
Neu	7312GS01	Sicherheitssensor Motorklappe (40.08.01)	GF11S	ifm electronic ag				keine Ex-Zone	Bering
Neu	7312GS02	Sicherheitssensor Bypassklappe (40.08.02)	GF11S	ifm electronic ag				keine Ex-Zone	Bering
Neu	7312MT02	Temperatur Rücklauf (24.01.21)	TR11k	Moser TMT AG				keine Ex-Zone	Bering
Neu	7312MP01	Druckschalter (24.02.21)	BCP3L	Danfoss AG				keine Ex-Zone	Bering
Neu	7312VM03	Mischventil (24.30.21)						keine Ex-Zone	Bering
Neu	7312PZ01	Kühlwasserkreispumpe (24.22.21)						keine Ex-Zone	Bering
BHKW 2									
Neu	7312AB03	Blockheizkraftwerk Nr. 2						keine Ex-Zone	Bering
Neu	7312AG03	Zuluftventilator BHKW 2 (21.24.02)						keine Ex-Zone	Avesco
Neu	7312AN03	Notkühler BHKW 2 (25.24.01)						keine Ex-Zone	Avesco
Neu	7312MT04	Temperatur nach Notkühler BHKW 2 (25.01.01)						keine Ex-Zone	Avesco
Heizung									
Neu	8360PZ11	Umwälzpumpe Heizsystem							
Bestehend	8366MT11	Vorlauftemperatur Heizverteiler						keine Ex-Zone	Bering
Neu	8370AC01	Kompressor	Compresso Connect C 10.1-6 F	Pneumatex	230 V	0.6 kW		keine Ex-Zone	Bering
Neu	8390MT01	Eintrittstemperatur Wärmespeicher	TR11kb-MU	Moser TMT AG					
Neu	8390MT02	Austrittstemperatur Wärmespeicher	TR11kb-MU	Moser TMT AG					
Bestehend	8558MT01	Raumtemperatur Dosierstation						keine Ex-Zone	Bering