

# Anlagenbeschreibung

---

BHKW-Anlagen Baureihe 2726 und 5450





## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1 COMUNA-metall</b>	<b>7</b>
<b>2 Wirtschaftlichkeit</b>	<b>7</b>
<b>3 Technische Beschreibung</b>	<b>9</b>
3.1 Standard Lieferumfang	10
3.2 Zusätzliche Leistungsoptionen	11
<b>4 Motor und Nebenaggregate</b>	<b>12</b>
4.1 Motor	12
4.2 Generator	13
4.3 Zündanlage	14
4.4 Startanlage	14
4.5 Drehzahlregelung bei Anlagen mit Synchrongenerator	14
4.6 Schmierölversorgung	14
4.7 Wärmenutzung und Beschaffenheit des Heizungswassers	15
4.8 Abgasanlage	19
4.9 Gasversorgung	20
4.10 Thermoakustische Kapselung und Lüftung	21
4.11 Anschlussmaterial	22
<b>5 Mess-, Steuer- und Regelungsanlage (Modulsteuerung)</b>	<b>22</b>
5.1 Schaltschrank für die Modulsteuerung	23
5.2 Leistungsteil der Modulsteuerung	24
5.3 Speicherprogrammierbare Steuerung	25
5.4 Überwachungseinrichtungen für das Modul	27
5.5 Leistungsüberwachung	28
5.6 Integrierter NA-Schutz	28
5.7 Messeinrichtungen, Betriebs- und Störmeldungen	29
5.8 Potentialfreie Meldungen/Bus-Verbindungen	29
5.9 Fernüberwachung	30
5.10 Verkabelung	30
<b>6 Einbringung, Aufstellung und Einbindung</b>	<b>31</b>
6.1 Einbringung und Aufstellung	31
6.2 Einbindung	32
6.3 Hydraulische Einbindung	32
6.4 Elektrotechnische Einbindung (Leistungskabel)	33
6.5 Gasteknische Einbindung	33
6.6 Abgasteknische Einbindung	33
6.7 Lüftungstechnische Einbindung	36
6.8 Körperschalldämmung	36
6.9 Steuerungstechnische Einbindung	38
<b>7 Zusätzliche Leistungsoptionen</b>	<b>38</b>
7.1 Zentralsteuerung (Übergeordnete Steuerung) für Heizzentralen mit BHKW	38

7.1.1 Aufbau des Schaltschranks der Zentralsteuerung	42	
7.1.2 Einzelkomponenten der Zentralsteuerung	43	
7.1.3 Temperaturerfassung der Speicherentladeregelung	43	
7.1.4 Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS/DDC)	44	
7.1.5 Touchpanel	44	
7.1.6 Potentialfreie Meldungen der Zentralsteuerungen	45	
7.1.7 Verkabelung der Zentralsteuerung	46	
7.2 Leistungsfeld bei Mehrmodulanlagen	46	
7.3 Zusätzlicher externer Brennwerttaucher	46	
7.4 Notkühlanlage	48	
7.5 Frisch- und Altölsammelbehälter	50	
7.6 Sondermodelle: Container-BHKW und mobiles BHKW	51	
7.7 Aufbereitung des Bestands-Heizungswassers	52	
<b>8 Rechtsvorschriften/Genehmigungsverfahren</b>	<b>52</b>	
<b>9 Wartung, Instandhaltung, Betriebsführung</b>	<b>54</b>	
<b>10 Anhang</b>	<b>56</b>	
10.1 Anlage A: Modulhydraulik (Typenreihe 2726)	56	
10.2 Anlage B: Gasregelstrecke (Typenreihe 2726)	57	
10.3 Anlage C: Abbildung Schaltanlage (Typ 2726-02)	58	
10.4 Anlage D: Abbildung Schaltanlage (Typen 2726-02/5450-03/5450-13/5450-04/5450-14)	59	
10.5 Anlage E: Abbildung Zentralsteuerung	60	
10.6 Anlage F: Anschlüsse und Beistellmaterial (Typenreihe 2726)	61	
10.7 Anlage G: Aufstellungsbeispiele für Einmodulanlagen	62	
10.8 Anlage H: Aufstellungsbeispiele für Mehrmodulanlagen	64	
10.9 Anlage I: Vollwartungsvertrag	66	
 <b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>		
Bild 1	Hauptseite Modulsteuerung	26
Bild 2	Abmessungen und Gewichte	31
Bild 3	Abgastechnische Einbindung	34
Bild 4	Abgasschalldämpfer	35
Bild 5	Vergleich Körperschallentwicklung mit und ohne Stahlfederelemente	37
Bild 6	Variante BK (BHKW und Kessel)	39
Bild 7	Variante BKSM (BHKW/Kessel/Pufferspeicher/Mischventil)	40
Bild 8	Hauptseite Zentralsteuerung	45
Bild 9	Brennwerttaucher	47
Bild 10	Sondermodell: Container-BHKW	51

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Wirtschaftlichkeit: Kosten und Erlöse	8
Tabelle 2	Unterlagen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung	9
Tabelle 3	Leistungen und Wirkungsgrade	9
Tabelle 4	Schalldruckpegel	10
Tabelle 5	Sicherheitsprüfungen	10
Tabelle 6	Standard-Lieferumfang BHKW	10
Tabelle 7	Zusatzoptionen	11
Tabelle 8	Motor	12
Tabelle 9	Generator	13
Tabelle 10	Zündanlage	14
Tabelle 11	Anlaufstrom	14
Tabelle 12	Schmierölversorgung	15
Tabelle 13	Beschaffenheit des Heizungswassers	15
Tabelle 14	Externe Heizungspumpe	16
Tabelle 15	Heizungswasserfeinfilter	16
Tabelle 16	Abgashauptwärmetauscher	17
Tabelle 17	Kühlwasser/Heizungsnetz-Wärmetauscher	18
Tabelle 18	Motoröl/Kühlwasser-Wärmetauscher	19
Tabelle 19	Katalytische Motorabgasreinigungsanlage	19
Tabelle 20	Grenzwerte Reingas	20
Tabelle 21	Gasregelstrecke	20
Tabelle 22	Lüftung	21
Tabelle 23	Abluftventilator	21
Tabelle 24	Anschlussmaterial	22
Tabelle 25	Funktionen der Modulsteuerung	22
Tabelle 26	Schaltschrank für die Modulsteuerung	23
Tabelle 27	Elektrische Daten Schaltschrank Modulsteuerung	23
Tabelle 28	Unverdrosselte Blindleistungskompensation	24
Tabelle 29	Leistungsteil der Modulsteuerung	24
Tabelle 30	Speicherprogrammierbare Steuerung	25
Tabelle 31	Touchpanel	25
Tabelle 32	Touchpanel: Abrufbare Informationen	26
Tabelle 33	Überwachungseinrichtungen für das Modul	27
Tabelle 34	Überwachte Zustände innerhalb der Schaltanlage	27
Tabelle 35	GSP-Modul der SPS	28
Tabelle 36	Darstellung vom GSP-Modul auf dem Panel	28
Tabelle 37	Leuchtmelder Türfront	29
Tabelle 38	Potentialfreie Meldungen	29
Tabelle 39	Bus-Verbindungen	30
Tabelle 40	Verkabelung im Lieferumfang	30
Tabelle 41	Abmessungen und Gewichte	31
Tabelle 42	Einbindung	32
Tabelle 43	Leistungskabel Querschnitt	33
Tabelle 44	Dimensionierung des Kaminrohrs	33
Tabelle 45	Abgasschalldämpfer	35
Tabelle 46	Abluft-Telefonieschalldämpfer	36
Tabelle 47	Schallschutzstufen	36
Tabelle 48	Potentialfreie Eingänge für DDC	38
Tabelle 49	Potentialfreie Ausgänge für DDC	38

Tabelle 50	Variante BK (BHKW und Kessel)	39
Tabelle 51	Variante BKSM (BHKW/Kessel/Pufferspeicher/Mischventil)	40
Tabelle 52	Variante BWKM (BHKW/Brennwertkessel/Pufferspeicher)	41
Tabelle 53	Weitere optionale projektspezifische Programmfunktionen	42
Tabelle 54	Einzelkomponenten der Zentralsteuerung	43
Tabelle 55	Messpunkte der Speicherentladereglung	43
Tabelle 56	Speicherprogrammierbare Steuerung	44
Tabelle 57	Touchpanel der Zentralsteuerung	44
Tabelle 58	Visualisierung und Reglungsfunktionen auf dem Touchpanel	45
Tabelle 59	Potentialfreie Meldungen der Zentralsteuerung	45
Tabelle 60	Lieferumfang Zentralsteuerungsverkabelung	46
Tabelle 61	Leistungsfeld Elemente	46
Tabelle 62	Leistungsdaten Brennwerttauscher	46
Tabelle 63	Brennwerttauscher	47
Tabelle 64	Notkühlanlage Plattenwärmetauscher	49
Tabelle 65	Notkühlanlage Rückkühler	49
Tabelle 66	Notkühlanlage Ventilatormotor	50
Tabelle 67	KWK-Zuschläge KWKG 2016	53

## 1 COMUNA-metall

---

Die Firma COMUNA-metall wurde 1980 gegründet und ist seit 1984 in der Produktion und Wartung/Instandhaltung von gasbetriebenen Blockheizkraftwerken (BHKW) kleiner bis mittlerer Leistung tätig. Bislang wurden über 1600 BHKW durch COMUNA-metall installiert und in Betrieb genommen.

Der Einsatzbereich dieser BHKW-Anlagen reicht von Schwimmbädern, Schulen, Verwaltungsgebäuden, Hotels, Krankenhäusern/Kliniken und Altenheimen bis hin zu Kläranlagen und Industriebetrieben. Auch die Energieerzeugung für größere Wohnkomplexe und Nahwärmeinseln ist ein sinnvolles Anwendungsfeld der BHKW-Technik.

Zu den Kunden zählen vor allem Kommunen, Stadtwerke und Energieversorgungsunternehmen, aber auch Wohnungsbau-gesellschaften sowie private Industrie- und Dienstleistungsunternehmen.

In den neunziger Jahren erweiterte sich der Geschäftsbereich: COMUNA-metall übernimmt seitdem auch die Errichtung kompletter Heizzentralen und dezentraler Energieversorgungsnetze mit Kraft-Wärme-Kopplung und betreibt diese Anlagen als Energiedienstleistungsunternehmen (Contracting).

Über 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mit Qualifikationen im Metall- und Elektrobereich (Facharbeiter, Meister, Techniker, Ingenieure) sind in den Bereichen Produktion, Auslieferung, Wartung/Instandhaltung/Betriebsführung, Energiedienstleistung, Planungsbüro sowie Forschung und Entwicklung tätig. Mit der regelmäßigen Bereitstellung von Ausbildungsplätzen wird qualifizierter Nachwuchs für das Unternehmen gewonnen.

COMUNA-metall ist zertifiziert nach DIN EN ISO 9001 (Qualitätsmanagement) und nach DIN EN 1090/DIN EN 3834 (Schweißtechnik).

Sitz und Produktionsstandort von COMUNA-metall liegt in Enger, Kreis Herford (Nordrhein-Westfalen). Service-Stützpunkte sind Enger und Köln (Nordrhein-Westfalen), Bensheim und Flörsheim (Hessen), Appenheim (Rheinland-Pfalz), Deizisau, Dotternhausen, Eningen, Leingarten, Stockach, Ulm, Wäschenbeuren und Walzbachtal (Baden-Württemberg), Berlin sowie Hamburg.

## 2 Wirtschaftlichkeit

---

Die Wirtschaftlichkeit eines BHKW wird auf der Kostenseite durch Brennstoff-, Wartungs-/Instandhaltungs- und Finanzierungskosten (Kapitalkosten), auf der Erlösseite durch Strom-, Wärme- und Fördererlöse bestimmt. Die spezifischen Finanzierungskosten des BHKW werden maßgeblich durch die Jahreslaufzeit bestimmt; liegt sie unterhalb von 4.000 Betriebsstunden, ist ein wirtschaftlicher Betrieb nur bei ansonsten günstigen preislichen Bedingungen möglich.

Im Folgenden die einzelnen Komponenten, die die Wirtschaftlichkeit eines BHKW-Betriebs bestimmen:

Kosten	
Brennstoffkosten	Die Brennstoffkosten stellen den wesentlichen Kostenfaktor des laufenden Betriebes dar. Sie sind wie die Wartungskosten kontinuierlich anfallende Kosten. Ihre Höhe hängt wesentlich von der Menge der Betriebsstunden ab. Die preislichen Konditionen werden mit dem jeweiligen Lieferanten ausgehandelt. Bei den Anlagen von COMUNA-metall gehen gut 33 % des eingesetzten Brennstoffs (Erdgas) in die Strom- und ca. 65 % in die Wärmeproduktion.
Wartungs- und Instandhaltungskosten	Die Wartungs- und Instandhaltungskosten stehen - bei Abschluss eines sog. Vollwartungsvertrages - in Abhängigkeit von der produzierten Strommenge, sind also laufzeitabhängig. Im Rahmen eines Vollwartungsvertrages werden sämtliche Kosten des BHKW-Betriebs mit Ausnahme der Brennstoffkosten durch den BHKW-Lieferanten übernommen. Durch eine solche vertragliche Regelung haben der BHKW-Betreiber, aber auch COMUNA-metall ein Interesse an einem störungsarmen Betrieb mit möglichst hohen Lauf- und möglichst geringen Stillstandszeiten. Die Kosten des Vollwartungsvertrages sind abhängig von der jeweiligen Modulgröße.
Kapitalkosten	Die Finanzierungs- oder Kapitalkosten werden in ihrer Höhe vom eingesetzten Investitionskapital und dem jeweils geltenden Kapitalmarkt-Zinssatz bestimmt. Sie stellen konstante Kosten dar und fallen somit unabhängig von der BHKW-Laufzeit an. Spezifisch sind sie somit desto niedriger, je höher die BHKW-Laufzeit bzw. Stromerzeugung ist. Die Überschüsse aus den laufzeitabhängigen Erlösen und Kosten sollten die Kapitalkosten als feste Position erwirtschaften können.
Erlöse	
Stromerlöse	Der Haupterlös beim Betrieb eines BHKW entsteht aus der Verminderung des Strombezugs; zudem gibt es weitere Erlöse aus den nicht selbst genutzten Strommengen. Wirtschaftlich optimal ist es, wenn der gesamte erzeugte Strom selbst genutzt wird. Denn damit werden sowohl Entgelte für die Nutzung des Stromverteilnetzes als auch diverse Steuern und Umlagen eingespart. Diese Vorteile entfallen, wenn der Strom über das Netz vermarktet oder nur in das Netz eingespeist wird. Die Stromerlöse sind abhängig von der Laufzeit bzw. der Stromerzeugung des BHKW.
Wärmeerlöse	Als „Nebenprodukt“ erzeugt das BHKW mit einem Wirkungsgrad von über 60 % Wärme. Der bei einer Wirtschaftlichkeitsberechnung zu berücksichtigende Wärmepreis wird in der Regel auf Basis des Wärmepreises einer üblichen Kesselanlage ermittelt; wichtige Faktoren sind damit der Brennstoffpreis, der Kesselnutzungsgrad sowie das Verhältnis zwischen oberem und unterem Heizwert des Brennstoffs.
KWK-Förderungs- erlöse	Die Förderung der BHKW-Anlage nach dem KWK (Kraft-Wärme-Kopplung)-Gesetz wird auf Basis eines festen Betrages pro kWh Strom laufzeitabhängig durch den jeweiligen Netzbetreiber ausgezahlt.
Energiesteuer- Rückerstattung	Ebenfalls verbrauchsabhängig ist die Höhe der Energiesteuer-Rückerstattung, die auf Antrag vom jeweils zuständigen Hauptzollamt an den Anlagenbetreiber ausgezahlt wird. Damit sind BHKW mit einem Mindestnutzungsgrad generell von der Energiesteuer auf den Brennstoff befreit.

Tabelle 1 Wirtschaftlichkeit: Kosten und Erlöse

Für eine überschlägige Wirtschaftlichkeitsberechnung sind im Wesentlichen folgende Unterlagen nötig:

#### Unterlagen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung

- Strombezugskosten (Stromrechnung)
- Brennstoffkosten (Erdgasrechnung)
- Wärmebedarf (Stunden-/Monats-/Jahresbedarf)
- Strombedarf (Stunden-/Monats-/Jahresbedarf)

Tabelle 2 Unterlagen für die Wirtschaftlichkeitsberechnung

Strom- und Wärmebedarf können als digitale Aufzeichnung (sofern vorhanden) beim Strom- bzw. Erdgaslieferanten erfragt werden.

## 3 Technische Beschreibung

COMUNA-metall bietet Gas-Blockheizkraftwerk-Module (BHKW-Module) in zwei Typenreihen und den Leistungsgrößen 50 kW<sub>el</sub> (Typen 2726-02/2726-12) und 100/112 kW<sub>el</sub> (Typen 5450-03, 5450-13/5450-04, 5450-14) an. Die Typenreihen erfüllen die Richtlinien VDE-AR-N 4105:2018-11. Die BHKW-Module können mit unterschiedlichen Gasarten, u.a. Erdgas, Flüssiggas, Propangas, Klärgas und Biogas betrieben werden.

Leistungen und Wirkungsgrade* <sup>1</sup>	TYP	2726-02	2726-12	5450-03	5450-13	5450-04	5450-14
Elektrische Leistung netto* <sup>2</sup>	kW	50	50	100	100	112	112
Thermische Leistung	kW	92	92	180	180	196	196
Gasverbrauch* <sup>3</sup>	kW	156	156	300	300	332	332
Elektrischer Wirkungsgrad netto* <sup>4</sup> /DIN ISO* <sup>5</sup>	%	32,05/32,41	32,05/32,41	33,33/34,20	33,33/34,20	33,73/35,39	33,73/35,89
Thermischer Wirkungsgrad netto/DIN ISO	%	58,97/62,85	58,97/62,85	60,00/61,46	60,00/61,46	59,04/59,90	59,04/59,63
Gesamtwirkungsgrad netto* <sup>4</sup> /DIN ISO* <sup>5</sup>	%	91,02/95,26	91,02/95,26	93,33/95,66	93,33/95,66	92,77/95,29	92,77/95,52
Stromkennzahl netto	-	0,54	0,54	0,56	0,56	0,57	0,57
<b>Thermische Leistungswerte mit Brennwerttaucher*<sup>6</sup></b>							
Thermische Leistung	kW	110	110	215	215	236	236
Gesamtwirkungsgrad netto* <sup>4</sup> /DIN ISO* <sup>5</sup>	%	102,56/106,80	102,56/106,80	105,00/107,33	105,00/107,33	104,82/107,34	104,82/107,57

Tabelle 3 Leistungen und Wirkungsgrade

\*<sup>1</sup> Es werden jeweils die Nennleistungen und Wirkungsgrade im Volllastbetrieb, bezogen auf H<sub>i</sub> angegeben. Die Leistungen im Klär- und Biogasbetrieb variieren mit der jeweiligen Gasqualität.

\*<sup>2</sup> Netto-Leistung: Elektrische Leistung nach Abzug des Eigenverbrauchs an den Abgangsklemmen der Schaltanlage.

\*<sup>3</sup> Gasverbrauch bezogen auf H<sub>i</sub>.

\*<sup>4</sup> Wirkungsgrad auf Basis der Netto-Leistung (s. Fußnote \*<sup>2</sup>).

\*<sup>5</sup> Wirkungsgrad auf Basis der elektrischen Leistung nach DIN ISO 6280-14/3046-1 bei 25 °C Lufttemperatur, 1.000 mbar Luftdruck (bis 100 m Aufstellhöhe ü. NN), 30 % relativer Luftfeuchte, Methanzahl 80, Blindleistungsfaktor cos phi = 1 sowie Heizwassereintrittstemperatur 40 °C (Toleranz für alle Wirkungsgrade und Wärmeleistungen 7 %, für Energieeinsatz 5 %).

\*<sup>6</sup> Leistungs- und Wirkungsgradangaben bezogen auf eine Rücklauftemperatur von 30 °C.

Schalldruckpegel		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Schalldruckpegel gekapselt in 1 m Entfernung	dB(A)	61	65
Schalldruckpegel ungekapselt in 1 m Entfernung	dB(A)	86	89
Abgasgeräusch mit Schalldämpfer in 1 m Entfernung von der Kaminmündung	dB(A)	< 55	< 55

Tabelle 4 Schalldruckpegel

Sicherheitsprüfungen	
Prüfinstitut	Gas-Wärme-Institut
Prüfgegenstand	Sicherheitstechnische Anforderungen des DVGW-Regelwerks
Prüfzeichen	DG-3381AN0854 (Typenreihe 2726)/DG-3381AN0860 (Typenreihe 5450)

Tabelle 5 Sicherheitsprüfungen

### 3.1 Standard Lieferumfang

Das BHKW-Modul besteht jeweils aus folgenden Elementen:

Standard-Lieferumfang BHKW
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lieferung, Einbringung, Montage, Anschluss, Inbetriebnahme, Abnahme, Personaleinweisung und Betriebshandbuch/Dokumentation</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor mit Nebenaggregaten (Zündanlage, Startanlage, Schmierölversorgung)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generator</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmenutzung aus Kühlwasser, Abgas und Motoröl</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgasführung mit Abgasreinigung</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasversorgung mit Gasregelstrecke inkl. TAE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermoakustische Kapselung mit Abluftventilator und Lüftungsrückschlagklappe</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mess-, Steuer- und Regelanlage inkl. elektrotechnischer Verkabelung</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material für den hydraulischen, gas- und abgastechnischen Anschluss: Heizungsumwälzpumpe (hocheffizient) mit Rückschlagklappe, Kompensatoren für Wasser, Gas und Abgas, Absperrklappen Vorlauf, Rücklauf sowie Heizungswasserfeinfilter.</li> </ul>

Tabelle 6 Standard-Lieferumfang BHKW

Das Anschlussgestell zur gas-, abgas- und hydraulischen Anbindung (gehört zum Standardlieferumfang) kann vor Installation des Moduls bereits geliefert werden. Dies bietet den Vorteil, dass die kompletten Einbindungsarbeiten frühzeitig vor Installation des BHKW durchgeführt werden können.

Über diesen Standard-Lieferumfang hinaus übernimmt COMUNA-metall auch alle Arbeiten zur Einbindung der Anlage in die Gebäudetechnik.

## 3.2 Zusätzliche Leistungsoptionen

Des Weiteren werden als ergänzende/zusätzliche Leistungspositionen wahlweise angeboten:

### Zusatzoptionen

- Übergeordnete Steuerung (Zentralsteuerung) für Heizzentralen mit BHKW mit Anlagenfernüberwachung
- Speicherregelung durch die übergeordnete Steuerung
- Leistungsfeld (für Mehr-Modul-Anlagen)
- Zählerschrank
- Zusätzlicher externer Brennwerttaucher (Brennwert-BHKW)
- Notkühlanlage
- Frisch- und Altölsammelbehälter
- Sondermodelle: BHKW-Modul in Container-Anlage, mobiles BHKW-Modul
- Aufbereitung des Bestands-Heizungswassers im Umlaufverfahren

Tabelle 7 Zusatzoptionen

## 4 Motor und Nebenaggregate

### 4.1 Motor

Der Motor ist ein Gas-Otto-Motor mit allen notwendigen Hilfsaggregaten. Er ist mit dem Generator elastisch gekuppelt und starr geflanscht. Serienmäßig wird der Motor mit einer zweistufigen Leistungsregelung (Volllast/Magerbetrieb) ausgerüstet, so dass das BHKW-Modul bei Betriebszuständen mit geringerem Strom- bzw. Wärmebedarf auch mit verringerter Leistung betrieben werden kann.

Gas-Otto-Motor		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Fabrikat	–	Deutz	MTU
Typ	–	BF6M2012C	6R183
Arbeitsweise	–	Viertakt	
Zylinderzahl/-anordnung	–	6/Reihe	
Nenndrehzahl	min <sup>-1</sup>	1.500	
Bohrung/Hub	mm	101/126	128/155
Hubraum	cm <sup>3</sup>	6.060	11.967
Verdichtungsverhältnis	–	12:1	
Effektiver Mitteldruck	bar	7,12	7,7
Mittlere Kolbengeschwindigkeit	m/s	6,3	7,75
Dauerleistung, bis zu 10 % überlastbar (bei Abzug aller Hilfsaggregate im Lambda-1-Betrieb)	kW <sub>mech.</sub>	54	118
Erf. Gasqualität (ohne Leistungsminderung)	MZ	> 60	
Max. Aufstellhöhe o. Leistungsminderung	m	1.000	
Schmierölverbrauch ohne Ölwechsel	g/h	12	30
Verbrennungsluftmenge	m <sub>n</sub> <sup>3</sup> /h	155	310
Abgasvolumen	m <sub>n</sub> <sup>3</sup> /h	172	345
Abgastemperatur	°C	650	600
Kühlwasserdurchflussmenge	m <sup>3</sup> /h	5,5	11
Max. Kühlwasseraustrittstemperatur	°C	95	
Gesamtgewicht des bearbeiteten Motors	kg	550	830
Zulässiger Abgasgegendruck	mbar	200	

Tabelle 8 Motor

## 4.2 Generator

Das BHKW-Modul verfügt je nach Typ über einen wassergekühlten Asynchron- oder Synchrongenerator, der parallel zum öffentlichen Netz betrieben wird. Der Generator hat folgende technische Daten:

Generator		Typ 2726-02	Typ 2726-12	Typen 5450-03/ 5450-04	Typen 5450-13/ 5450-14
Generatorart	–	Asynchron	Synchron	Asynchron	Synchron
Fabrikat	–	Weier			
Typ	–	DGA-F- 250L 4	DGS-F- 250L 4	DGA-F- 280L 4	DGS-F- 315M4
Kühlmedium	–	Heizungswasser			
Bauform	–	B3/B5	IM B5	B3/B5	IM B5
Wirkleistung	kW	56	50	117	120
Drehzahl	min <sup>-1</sup>	1.514	1.500	1.511	1.500
Nennspannung (in Dreieckschaltung)	V	400			
Nennstrom	A	94	90	202	217
Leistungsfaktor cos phi	–	0,86	0,8	0,84	0,8
Polzahl	–	4			
Schutzart	–	IP 54			
Isolationsklasse Haupt-/Erregermaschine	–	F	H/F	F	H/F
Betriebsart	–	S1			
Massenträgheitsmoment	kgm <sup>2</sup>	0,77	1	1,76	5,8
Kippmoment	M <sub>k</sub> /M <sub>n</sub>	4	-	3,8	-
Nachschmierungsintervall	Bh	3.000		1.500	
Max. Rücklauftemperatur bei Volllast	°C	70			
Wasserinhalt	l	13	16	36	45
Thermische Leistung	kW	3	3,3	6	6
Wirkungsgrad	%	94,5	94	95,5	95
Gewicht	kg	460	570	830	1.236

Tabelle 9 Generator

Da der Generator über das Heizungswasser gekühlt wird, darf die Rücklauftemperatur des Heizungswassers max. 70 °C betragen.

### 4.3 Zündanlage

Die wartungsfreie, kontaktlose, vollelektronische Zündung besteht aus sechs Hochleistungszündspulen, einer Erfassungsvorrichtung auf dem Nockenwellenrad und einem digitalen Zentralsteuergerät, Zündkabeln, Kerzensteckern und Zündkerzen sowie Funk- und Fernsehentstörung. Darüber hinaus besitzt das zentrale Steuergerät die Möglichkeit der stufenlosen Einstellung des Zündzeitpunkts. Dies geschieht mittels Analogwertanpassung der externen SPS, die mit den optimalen Zündzeitpunkten belegt werden kann.

Zündanlage		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Fabrikat	-	Altronic	
Typ	-	CD 200	
Spannung	V	24	

Tabelle 10 Zündanlage

### 4.4 Startanlage

Serienmäßig erfolgt der Start des Moduls durch den Asynchrongenerator in Stern-Dreieck-Schaltung mit Einschaltstrombegrenzung. Alternativ ist auch der Start über einen Frequenzumrichter möglich. Die Modul-Typen mit Synchrongenerator werden immer über einen Frequenzumrichter gestartet.

Anlaufstrom		Typ 2726-02	Typ 2726-12	Typen 5450-03/ 5450-04	Typen 5450-13/ 5450-14
Anlaufstrom	A	250	-	500	-
Anlaufstrom mit FU	A	60	40	125	85

Tabelle 11 Anlaufstrom

### 4.5 Drehzahlregelung bei Anlagen mit Synchrongenerator

Zur Regelung der Drehzahl werden mit Hilfe einer Drosselklappe die Zufuhr des Gas-/Luft-Gemischs und somit Drehzahl und Leistung des Gasmotors reguliert.

Die Drosselklappen sind mit einem integrierten Schrittmotor ausgestattet, der die Verwendung eines externen Stellglieds überflüssig macht. Der Schrittmotor lässt sich über die Schrittmotorsteuerung ansteuern.

Fabrikat/Typ Drosselklappe: Motortech ITB-Serie 50, ID 42 mm /TB-Serie 100, ID 68 mm

Fabrikat/Typ Schrittmotorsteuerung: Motortech VariStep3

### 4.6 Schmierölversorgung

Die Druckumlaufschmierung besteht aus folgenden Elementen: Einfachrotorpumpe, Öldruckregler, motorseitiger Ölkühler, Ölkühler mit Ölmengeerweiterung, Ölfilter, Ölleitungen zu den Schmierstellen am Motor, Rückführung des Öldunstes vom Kurbel- und Ventiltriebgehäuse mit integriertem Ölabscheider in das Luftansaugrohr. Die automatische Ölnachfülleinheit umfasst einen Vorratsbehälter mit Schaugläsern und Einbauteilen.

Schmierölversorgung		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Ölfabrikat	–	Mobil	
Öltyp	–	Fuchs Titan Ganymet 973	
Ölmenge des Motors	l	14	24
Ölmengenerweiterung im Ölkühler	l	20	20
Ölvorratsbehälter	l	20	55
Gesamtölmenge im BHKW-Modul	l	54	99
Ölfördermenge der Pumpe	l/min	36	84

Tabelle 12 Schmierölversorgung

#### 4.7 Wärmenutzung und Beschaffenheit des Heizungswassers

Die Abwärmenutzung besteht aus dem Kühlwasser/Heizungsnetz-Wärmetauscher, dem Abgashauptwärmetauscher, dem wassergekühlten Abgassammelrohr (Abgasvortauscher), dem Motoröl/Kühlwasser-Wärmetauscher, dem wassergekühlten Katalysatorgehäuse sowie dem wassergekühlten Generator. In den internen Kühlwasserkreislauf sind ein Membranausdehnungsgefäß mit Absperrung, ein Überdruckventil, Luftsammelgefäße mit Entlüftern, ein Befüll- und Entleerungsventil sowie mehrere fest eingestellte Temperaturwächter integriert.

Der Abgashaupt- und der Motoröl/Kühlwasser-Wärmetauscher sind integrierte Bestandteile des Grundrahmens zur Lagerung der Motor-Generator-Einheit. Der Abgashauptwärmetauscher arbeitet im Ringspaltverfahren mit schwebendem Kopf. Eine Taupunktunterschreitung der Abgase wird durch eine entsprechende Kühlwasserregelung, die die Temperatur des Kühlwassers mit ca. 95 °C deutlich über dem Abgaskondensationspunkt von 61 °C hält, verhindert. Eine Kondensatableitung an den BHKW-Modulen ist deshalb nicht erforderlich.

Der Motoröl/Kühlwasser-Wärmetauscher ist als Ringspaltkonstruktion ausgeführt, die vom Motoröl durchflossen wird.

Der Kühlwasser/Heizungsnetz-Wärmetauscher, als Plattenwärmetauscher ausgeführt, übergibt die Energie an das Heizungsnetz. Der dichtunglose, gelötete Plattenwärmetauscher besteht aus formgepressten Edelstahlplatten.

Für einen reibungslosen Anlagenbetrieb bzw. zur Vermeidung einer Verschmutzung der Tauscher hat die Wasserqualität des Füll-, Ergänzungs- und Umlaufwassers im Heizungsnetz die folgenden Anforderungen zu erfüllen:

Qualitätsvorgaben für das Heizungswasser		Allgemein	Beim Einsatz von Brennwertkesseln aus Aluminium bzw. Aluminiumlegierungen
Gesamthärte	°dH	< 0,11	< 0,11
Leitfähigkeit	µS/cm	< 1.000	< 100
pH-Wert	–	8-9,5	8,2–8,5
Sauerstoffbindemittel/Natriumsulfit	–	nicht zulässig	nicht zulässig

Tabelle 13 Beschaffenheit des Heizungswassers

Durch die Regelung der Motortemperatur über die Drehzahlregelung der Heizungspumpe wird erreicht, dass eine maximale konstante Vorlauftemperatur von 93 °C für eine optimale Pufferspeicherbeladung bereitgestellt wird. Die Wärmetauscher sind gebaut und geprüft nach AD-Merkblättern, Druckbehälter-Verordnung Gruppe II und DIN 4754.

Externe Heizungspumpe		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Fabrikat	-	Biral	
Typ	-	Modul A 40-6 220 RED	Modul A 40-10 220 RED
Fördervolumen	m <sup>3</sup> /h	0-13	0-16
Pumpenart	-	drehzahlvariabel	
Spannung	V	230	
Nennleistung	W	171	341
Nennstrom	A	1,34	1,54
Schutzart	-	IP 44	

Tabelle 14 Externe Heizungspumpe

Ein in den BHKW-Rücklauf eingebauter Heizungswasserfeinfilter zur Reinigung des gesamten Heizungswassers gehört zum Standard-Lieferumfang. Zusätzliche Schmutzfänger im Heizungsnetz sind nicht erforderlich.

Heizungswasserfeinfilter		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Fabrikat	-	COMUNA-metall	
Typ	-	NSF	
Wechselintervall	Bh	nach Bedarf	
Material	-	Polypropylen Nadelfilz	
Filterfeinheit	µm	25	
Anschluss	DN	40	

Tabelle 15 Heizungswasserfeinfilter

Abgashauptwärmetauscher		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Fabrikat	–	COMUNA-metall	
Typ	–	AWT 2726	AWT 5450
Werkstoff	–	S235JR	
Konstruktion	–	Ringspalt	
Medium primärseitig	–	Abgas	
Medium sekundärseitig	–	Kühlwasser	
Max. Betriebsdruck	bar	6	
Durchströmungsart	–	Gegenstrom	
Tauscherleistung	kW	29	57
Mengenstrom primär	m <sup>3</sup> /h	256	502
Mengenstrom sekundär	m <sup>3</sup> /h	5,5	11
Eintrittstemperatur primär	°C	530	520
Eintrittstemperatur sekundär	°C	93	94
Austrittstemperatur primär	°C	125	120
Austrittstemperatur sekundär	°C	96	98
Wärmedurchgangszahl	W/m <sup>2</sup> K	87	113
Druckverlust primär	mbar	60	65
Druckverlust sekundär	mbar	10	15
Mittlere log. Temperaturdifferenz	°C	152	142
Austauschfläche	m <sup>2</sup>	2,26	3,56
Inhalt sekundär	l	23	49

Tabelle 16 Abgashauptwärmetauscher

Kühlwasser/Heizungsnetz-Wärmetauscher		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Fabrikat	-	GEA	
Typ	-	GBS 525L-50	GBS 500H-90
Werkstoff	-	1.4571 Lot Cu	
Konstruktion	-	Platten	
Medium primärseitig	-	Kühlwasser	
Medium sekundärseitig	-	Heizungswasser	
Max. Betriebsdruck	bar	6	
Durchströmungsart	-	Gegenstrom	
Tauscherleistung	kW	89	190
Mengenstrom primär	m <sup>3</sup> /h	5,5	11
Mengenstrom sekundär	m <sup>3</sup> /h	4,2	9
Eintrittstemperatur primär	°C	96	98
Eintrittstemperatur sekundär	°C	70	70
Austrittstemperatur primär	°C	80	80
Austrittstemperatur sekundär	°C	90	90
Wärmedurchgangszahl	W/m <sup>2</sup> K	1.053	3.298
Druckverlust primär	mbar	135	400
Druckverlust sekundär	mbar	80	270
Mittlere log. Temperaturdifferenz	°C	7,83	12,12
Austauschfläche	m <sup>2</sup>	3,36	5,19
Inhalt primär	l	2,5	4
Inhalt sekundär	l	2,5	4

Tabelle 17 Kühlwasser/Heizungsnetz-Wärmetauscher

Motoröl/Kühlwasser-Wärmetauscher		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Fabrikat	–	COMUNA-metall	
Typ	–	ÖKT 2726	ÖKT 5450
Werkstoff	–	S235JR	
Konstruktion	–	Ringspalt	
Medium primärseitig	–	Motoröl	
Medium sekundärseitig	–	Kühlwasser	
Max. Betriebsdruck	bar	6	
Durchströmungsart	–	Gegenstrom	
Tauscherleistung	kW	5	8
Mengenstrom primär	m <sup>3</sup> /h	2,1	5
Mengenstrom sekundär	m <sup>3</sup> /h	4,5	9
Eintrittstemperatur primär	°C	95	98
Eintrittstemperatur sekundär	°C	70	70
Austrittstemperatur primär	°C	90	94
Austrittstemperatur sekundär	°C	80	90
Wärmedurchgangszahl	W/m <sup>2</sup> K	600	1.190
Druckverlust primär	mbar	10	0
Druckverlust sekundär	mbar	50	80
Mittlere log. Temperaturdifferenz	°C	12,62	9,62
Austauschfläche	m <sup>2</sup>	0,66	0,68
Inhalt primär	l	20	15
Inhalt sekundär	l	25	69

Tabelle 18 Motoröl/Kühlwasser-Wärmetauscher

## 4.8 Abgasanlage

Die Abgasanlage besteht im wesentlichen aus einer wassergekühlten Abgassammelleitung, Abgaskompensatoren zum thermischen Dehnungsausgleich und zur Vermeidung von Körperschallübertragung, einem Abgasschalldämpfer, einem Flansch für den Anschluss der weiterführenden Abgasleitung sowie einer katalytischen Motorabgasreinigungsanlage. Die katalytische Motorabgasreinigungsanlage besteht aus folgenden Elementen:

### Katalytische Motorabgasreinigungsanlage

- Wassergekühltes Katalysatorgehäuse
- Katalysatoreinsatz (Dreiwegekatalysator)
- Lambda-Sonden

Tabelle 19 Katalytische Motorabgasreinigungsanlage

## Katalytische Motorabgasreinigungsanlage

- Mikroprozessorgesteuertes Regelsystem

Tabelle 19 Katalytische Motorabgasreinigungsanlage

Ein Wechsel des Katalysatoreinsatzes ist ohne Demontage des Gehäuses möglich.

Die jeweils geltenden gesetzlichen Grenzwerte für Abgasemissionen werden eingehalten.

Beim Einsatz von Klär- oder Biogasen sind die nachstehenden Höchstwerte für bestimmte Katalysatorgifte einzuhalten (falls erforderlich durch Installation und Betrieb einer Rohgasreinigungsanlage):

### Grenzwerte für Katalysatorgifte im Reingas

Schwefelwasserstoff	mg/m <sup>3</sup>	3
Siloxane	mg/m <sup>3</sup>	1
Säuren	mg/m <sup>3</sup>	0,2

Tabelle 20 Grenzwerte Reingas

## 4.9 Gasversorgung

Das BHKW-Modul ist für einen Eingangsdruckbereich von 20-80 mbar mit einer Gasregel- und Sicherheitsstrecke nach DIN-DVGW mit folgenden Elementen ausgerüstet:

### Gasregelstrecke

- Kugelhahn mit thermischer Absperricherung
- Gasfilter
- Gasdruckmanometer 0-100 mbar mit Prüfhahn
- Druckwächter für min. Gasdruck
- Druckregler mit Regelbereich 0-80 mbar (zulässige Druckbeanspruchung: 200 mbar)
- Magnetventile
- Unterdruckwächter für Dichtheitskontrolle
- Motorventil (Lambdaregelung)
- Flammrückschlagsicherung (im Modul fest installiert)

Tabelle 21 Gasregelstrecke

Es wird der Einbau eines geeichten Balgengaszählers empfohlen, damit ein zweifelsfreier Nachweis der Menge des vom BHKW-Modul verbrauchten Erdgases als Grundlage für eine Erdgas-Steuerentlastung durch das zuständige Hauptzollamt möglich ist.

## 4.10 Thermoakustische Kapselung und Lüftung

Die Vermeidung der Körperschallübertragung erfolgt durch eine schwingungsabsorbierende Lagerung von Motor und Generator sowie durch flexible Rohrverbindungen innerhalb und außerhalb des Aggregates. Aus Gründen des Schallschutzes und der Wärmedämmung ist das Modul in einer Kapsel untergebracht. Diese Kapsel besteht aus einem zerlegbaren Rechteckrohrrahmen, dessen acht bis elf Felder wärme- und schalldämmende Platten aufnehmen. Die Platten sind allseitig herausnehmbar und werden durch Vorreiber im Rahmen gehalten.

Die Lüftung des Moduls erfolgt durch Öffnungen in der thermo-akustischen Kapsel. Durch diese Öffnungen kann die benötigte Zuluftmenge aus dem Betriebsraum einströmen (diese wird zum Teil als Kapselspülluft und zum Teil als Verbrennungsluft benötigt). Eine eigene Zuluftleitung ist also im Regelfalle entbehrlich.

Lüftung		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Verbrennungsluft	$m_n^3/h$	158	310
Kapselspülluft	$m_n^3/h$	290	
Zuluft	$m_n^3/h$	448	600

Tabelle 22 Lüftung

Die Abluftmenge wird mit ca. 65 °C durch einen in die hintere Deckelplatte integrierten Abluftventilator über einen Anschlussstutzen sowie ein Abluftrohr (nicht im Standard-Lieferumfang) aus der Kapsel ins Freie geleitet. Bei Bedarf kann sie auch als vorgewärmte Verbrennungsluft für einen Heizkessel genutzt werden.

Abluftventilator		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Fabrikat	–	Weier	
Typ	–	MDI D 63/4	
Totaldruck	Pa	250	
Fördermenge	$m^3/h$	290	
Leistungsaufnahme	kW	0,18	
Schallpegel in 1 m Entfernung	dB(A)	55	

Tabelle 23 Abluftventilator

An der Oberkante des Quadratrohrrahmens befinden sich die beiden Nachströmöffnungen für die Spülluft. Die durchströmende Luft vermindert die Abstrahlung von Wärme aus der Kapsel. Rohrrahmen und Platten sind umweltfreundlich pulverbeschichtet (Farbton RAL 3004).

Eine Raumlufttemperatur von 30°C sollte nicht wesentlich überschritten werden, da die Schaltanlage auf eine max. Temperatur von 40°C ausgelegt ist.

Es sind geeignete Maßnahmen gegen chlorhaltige Raumluft (insbesondere in Bädern) bzw. schwefel-/ammoniakhaltige Raumluft (auf Kläranlagen) vorzunehmen.

## 4.11 Anschlussmaterial

Zum Anschluss des BHKW-Moduls an die weiterführenden Rohrleitungen der Gebäudetechnik gehört folgendes Installationsmaterial zum Standard-Lieferumfang:

Anschlussmaterial	
• Stahlbalken	als Montagehilfe für die Installation der Modulanschlüsse (zugleich Tilgermasse für die flexiblen Rohrverbindungen zu den Modulflanschen), zusätzlich körperschallabsorbierende Modulunterlage
• Anschlussmaterial Hydraulik	bestehend aus einer Heizungspumpe (Fabr. Biral, Typ Modul A 40-6 220 RED bzw. Modul A 40-10 220 RED, Nassläufer), einer Rückschlagklappe, zwei weich dichtenden Absperrklappen, zwei Rohrstücken mit je einem Zeigerthermometer, zwei flexiblen Rohrverbindungen und zwei Flanschanschlussbögen
• Anschlussmaterial Gas	bestehend aus einer flexiblen Rohrverbindung, einem Magnetventil und einem Flanschanschlussbogen unterhalb des Stahlbalkens
• Anschlussmaterial Abgas	bestehend aus einer flexiblen Rohrverbindung und einem Flanschanschlussbogen inkl. Messstutzen zur Abgasmessung (unterhalb des Stahlbalkens)

Tabelle 24 Anschlussmaterial

Zu Messung der BHKW-Wärmemenge bzw. Bestimmung des Nutzungsgrades des BHKW-Moduls empfehlen wir den Einbau eines geeigneten Wärmemengenzählers (Nenngrößen:  $Q_{n,6}$  [Typ 2726/2726-02] bzw.  $Q_{n,10}$  [Typ 5450]).

## 5 Mess-, Steuer- und Regelungsanlage (Modulsteuerung)

Die Modulsteuerung realisiert die Steuer- und Überwachungsaufgaben für das Modul und die elektrischen Verbraucher der BHKW-Anschlussysteme und gewährleistet damit den reibungslosen Betrieb der Anlage (s. Anlagen C+D).

Folgende grundsätzliche Funktionen werden erfüllt:

Funktionen der Modulsteuerung
• Netzschutzüberwachung gemäss den Richtlinien für den Netzparallelbetrieb
• Automatische Aufschaltung des Asynchrongenerators/Synchronisierung des Synchrongenerators
• Automatische Start/Stop-Überwachung des Gasmotors
• Ansteuerung der für den Modulbetrieb notwendigen Hilfsantriebe
• Überwachung der Betriebsparameter
• Ansteuerung der Gasstraße
• Ansteuerung der Festkompensation (nur Typen mit Asynchrongenerator)
• Fernüberwachung

Tabelle 25 Funktionen der Modulsteuerung

## 5.1 Schaltschrank für die Modulsteuerung

Die Modulsteuerung ist in einem Schaltschrank in solider Stahlblechkonstruktion mit staubdicht schließenden Flügeltüren (Öffnungswinkel 180 °, inkl. Sicherheitsverschluss) untergebracht. Die Metallteile sind gegen Korrosion mit einer Spezialfarbschutzschicht lackiert.

Einbauteile in der Schaltschranktür:

- Touchpanel für Anzeige und Bedienung
- Ventilator Kühlung
- Leuchtmelder

Bei dem Typ 5450-14 ist zusätzlich zum Modulschaltschrank ein Frequenzumrichterschrank aufzustellen.

Schaltschrank für die Modulsteuerung		Typ 2726-02	Typ 2726-12	Typen 5450-03/ 5450-04	Typen 5450-13/ 5450-14	
Fabrikat	–	SAE				
Typ	–	GU 6184/ GU 8184	GU 10184	GU 8184/ GU 10184	GU 8184/ GU 10184	GU 694
Höhe inkl. Sockel	mm	2.000	2.000	2.000	2.000	1.100* <sup>1</sup>
Breite	mm	600/800	800/1.000	1.000	1.000	600* <sup>1</sup>
Tiefe	mm	400				
Schutzart	–	IP 54				
Farbton	RAL	7035				

\*1 Frequenzumrichterschrank

Tabelle 26 Schaltschrank für die Modulsteuerung

Elektrische Daten Schaltschrank Modulsteuerung		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Netzspannung	V	3 x 400/230	
Netzfrequenz	Hz	50	
Steuerungsspannung für Start/Stop, Motorüberwachung, Zündung, SPS-Versorgung	V DC	24 +/- 10 %	
Nennspannung für Heizungspumpe	V	230	
Nennspannung für Kühlwasserpumpe und Abluftventilator	V	400	
Nennspannung für Gasventile	V	230	
Leistungsfaktor, kompensiert* <sup>1</sup>	–	0,95	

\*1 nur Typen mit Asynchrongenerator

Tabelle 27 Elektrische Daten Schaltschrank Modulsteuerung

Der Schaltschrank ist nach den einschlägigen VDE-, DIN- und VNB-Vorschriften erstellt. Die Richtlinien für die Schaltgeräte-Kombination nach VDE 0660 und VDE 0110 sind berücksichtigt. Als Schutzmaßnahme ist die Nullung nach VDE 0100 mit Potentialausgleich installiert. Die Steuerspannung beträgt einheitlich 230 V zwischen Phase und N.

Der Versorgungsteil ist mit einem Leistungsschalter nach VDE 0660 versehen. Die Kabeleinführung erfolgt von unten. Alle Schalter, Meldeleuchten und Anzeigergeräte sind in der Fronttür eingebaut. Mit Ausnahme von Prüf- und Entriegelungstasten werden nur Schaltgeräte verwendet, die bei Netzausfall und Netzwiederkehr eine automatische Einschaltung gewährleisten.

Die Modulsteuerung der Typen mit Asynchrongenerator enthält eine unverdrosselte Blindleistungskompensation mit folgenden Daten:

Unverdrosselte Blindleistungskompensation		Typen 2726-02/2726-03	Typen 5450-03/5450-04
Fabrikat	-	WBE	
Typ	-	UHPC 25,0 525 3P	
Kapazität bei 400 V Nennspannung	kvar	1x15	2x15
Kondensatoren Nennspannung	V	525	

Tabelle 28 Unverdrosselte Blindleistungskompensation

## 5.2 Leistungsteil der Modulsteuerung

Der Leistungsteil der Modulsteuerung besteht aus folgenden Bauteilen (die Zusammensetzung variiert zwischen den einzelnen Typen):

Leistungsteil der Modulsteuerung
• Leistungsselbstschalter 125 A bzw. 250 A mit Überlast- und Kurzschlussauslöser sowie Arbeitsstromauslöser
• Dreipolige Generatorhauptschütze/Kuppelschütz (als Stern-Dreieck-Kombination)
• Kondensatorschütz (nur Typen mit Asynchrongenerator)
• Je eine Gruppe Hilfskontakte
• Stromwandler 250/1 A bzw. 350/1 A pro Einheit
• Sicherungsautomaten 10 A+N für Steuerung etc., dreipolig
• Motorschutzschalter für Nebenantriebe
• Leistungsschütze für Nebenantriebe
• Steuerschalter in Türfront Hand-Aus-Automatik (Fern)
• Sicherungsautomaten für Gleichstrom
• Koppelrelais 24 V mit jeweils zwei Wechslern (Ausgabebausteine für SPS)
• Luftspulen zur Begrenzung des Einschaltstroms (nur Typen mit Asynchrongenerator)
• Temperaturgeführte Regelung durch drehzahlgeregelte Heizungspumpe
• Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) (nur Typenreihe 5450)
• Frequenzumrichter (FU), optional für Sanftanlauf
• Erregerstromquelle (nur Typen mit Synchrongenerator)

Tabelle 29 Leistungsteil der Modulsteuerung

### 5.3 Speicherprogrammierbare Steuerung

Die über Uhrzeit, Strom- und Wärmebedarf extern ansteuerbare speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) fordert das Modul an und ab. Sie übernimmt zudem Regel- und Überwachungsfunktionen für das laufende Modul mit seinen Nebenaggregaten. Die speicherprogrammierbare Steuerung hat folgende technische Daten:

Speicherprogrammierbare Steuerung		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Fabrikat	–	Bachmann	
Typ	–	MX207	
Netzversorgung	V DC	24	
Eingänge digital +24 V	–	24-40	
Eingänge analog 0-10 V DC/4-20 mA	–	4	
Eingänge analog Pt100	–	12	
Ausgänge analog 0-20mA	–	8	
Ausgänge Halbleiter +24 V, 0,5 A	–	24-40	
Eingänge/Ausgänge umschaltbar	–	16	
Betriebstemperatur	°C	0-60	
Schnittstellen	–	Ethernet, USB (host), CAN, RS232	

Tabelle 30 Speicherprogrammierbare Steuerung

### Touchpanel

In der Schaltschranktür ist ein Touchpanel eingebaut, das mit der SPS über eine Netzwerkverbindung kommuniziert. Das Panel hat folgende technische Daten:

Touchpanel		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Fabrikat	–	Bachmann	
Typ	–	OT1207	
Nennspannung	V DC	18-34	
Auflösung	–	800x480	
Schnittstellen	–	Ethernet, USB (2x), RJ45 (x2)	
Betriebstemperatur	°C	0-60	

Tabelle 31 Touchpanel

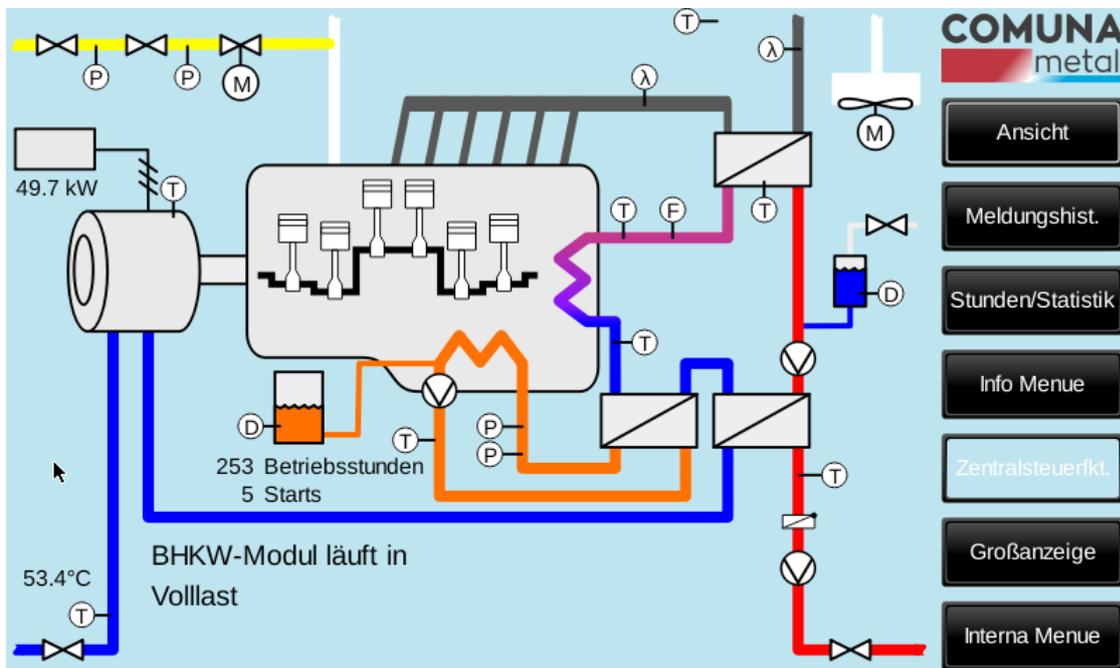


Bild 1 Hauptseite Modulsteuerung

Im Normalbetrieb zeigt das Display Informationen zum aktuellen Betriebszustand, u.a. die anstehenden Meldungen an. Menügeführt können folgende Informationen abgerufen werden (je nach Typ sind nicht alle Informationen abrufbar):

#### Touchpanel: Abrufbare Informationen

- Meldezustand
- Meldehistorie, d.h. alle Störmeldungen mit Datum und Uhrzeit (maximal die letzten 200 Meldungen)
- Betriebsstunden, Starthäufigkeit und weitere Zeitzähler zur Betriebsbeurteilung
- Wartungszähler, rücksetzbar
- Temperaturen des Moduls und Informationen zum Temperaturregler
- Informationen zur Abgasregelung und Zündanlage
- Informationen zur Leistungsüberwachung, Zähler, Netzanalyse und Synchronisation
- Zusätzlich: Passwortgeschützte Einstellmöglichkeiten für den Wartungsdienst

Tabelle 32 Touchpanel: Abrufbare Informationen

## 5.4 Überwachungseinrichtungen für das Modul

Ziel der Überwachungseinrichtungen ist es, Schäden am BHKW-Modul zu erkennen oder zu vermeiden. Folgende Sensoren sind dafür im Modul integriert:

### Analoge Temperaturerfassung (Pt 100) für:

- Rücklauftemperatur Heizungswasser
- Kühlwassertemperatur am Motoreintritt
- Kühlwassertemperatur am Motorausritt
- Lagertemperatur (vorne/hinten) des Generators (nur Typ 5450)
- Öltemperatur

### Grenzüberwachung von Temperaturen für:

- Generatorwicklungstemperatur
- Kapsellufttemperatur
- Abgassammlerwassertemperatur

### Schaltersensoren für:

- Ölvorratsbehälter leer
- Luftsammler im Kühlwasserkreis voll (Warnung entlüften)
- Strömungsüberwachung im Kühlwasserkreis
- Öldruck vor dem Motor
- Gasdruck hinter dem Filter der Gasstraße
- Gasunterdruck zwischen den Gasventilen zur Dichtheitskontrolle

### Abgassensoren:

- Lambda-Wert vor dem Katalysator
- Lambda-Wert hinter dem Katalysator

Tabelle 33 Überwachungseinrichtungen für das Modul

Des Weiteren werden folgende Zustände innerhalb der Schaltanlage überwacht:

### Überwachte Zustände innerhalb der Schaltanlage:

- Leistung des BHKW-Moduls (s. Kapitel Leistungsüberwachung)
- Richtlinien-konforme Netzspannungen (s. Kapitel Spannungs- und Frequenzüberwachung)
- Überwachung der Leistungsschutzschaltung
- Überwachung der Notauskette (Maschine-Stop)
- Überwachung der Motorschutzschalter von Kühlwasserpumpe und Lüfter
- Überwachung des Frequenzumrichters der Heizungspumpe

Tabelle 34 Überwachte Zustände innerhalb der Schaltanlage

Alle Sensoren werden von der SPS ausgewertet, die sowohl die Maschine steuert als auch den Benutzer über den Zustand der Anlage informiert.

## 5.5 Leistungsüberwachung

Es wird eine Messung der abgegebenen elektrischen Leistung vorgenommen, um Rückschlüsse auf den Betriebszustand der Anlage ziehen zu können. Als Eingangsgröße für die Leistungsüberwachung werden drei Stromwandler 250/1 A bzw. 315/1 A eingesetzt. Die Auswertung übernimmt das GSP-Modul der SPS. Die gemessenen Werte werden im Anzeigepanel unter „Elektrische Leistung“ angezeigt.

Das GSP-Modul der SPS hat folgende technische Daten:

GSP-Modul der SPS		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Fabrikat	-		Bachmann
Typ	-		GSP274
Netzversorgung	V DC		24
Abtastrate	kHz		10
Spannung L-N, AC	V AC		10-415
Spannung L-L, AC	V AC		17,3-718
Strom	A		0,01-9,8
Eingänge digital	-		4
Ausgänge digital	-		4
Relais Ausgänge digital	-		2 Wechsler

Tabelle 35 GSP-Modul der SPS

### Darstellung vom GSP-Modul auf dem Panel

- Spannung für L1, L2, L3
- Strom für L1, L2, L3
- Wirkleistung
- Scheinleistung
- Frequenz
- Blindleistung
- Scheinleistung
- Cosinus Phi

Tabelle 36 Darstellung vom GSP-Modul auf dem Panel

## 5.6 Integrierter NA-Schutz

Bei dem integrierten Netz- und Anlagenschutz (NA-Schutz) handelt es sich um eine in der BHKW-Steuerung integrierte und typgeprüfte Schutzeinrichtung (Bachmann GSP 274) mit Zertifikat, in der alle Schutzfunktionen

- Spannungssteigerungsschutz U>>
- Spannungssteigerungsschutz U>
- Spannungsrückgangsschutz U<<

- Spannungsrückgangsschutz  $U <$
- Frequenzrückgangsschutz  $f <$
- Frequenzsteigerungsschutz  $f >$
- Inselnetzerkennung

realisiert werden. Der integrierte NA-Schutz wirkt auf den integrierten Kuppelschalter (Leistungsschützkombination).

Der bauseitig vorzusehende zentrale NA-Schutz wirkt auf entsprechende Klemmen und stellt auch, falls notwendig, ein Rückmeldesignal zur Verfügung.

Auf die Installation eines zentralen NA-Schutzes mit den o.g. Funktionen kann verzichtet werden, wenn eine für den Verteilnetzbetreiber jederzeit zugängliche Schaltstelle mit Trennfunktion vorhanden ist.

## 5.7 Messeinrichtungen, Betriebs- und Störmeldungen

### Leuchtmelder

In der Türfront des Schaltschranks ist ein dreifarbiges Leuchtmelder eingebaut.

Leuchtmelder	
• Betriebsleuchte, grün	Betrieb Modul
• Meldeleuchte, rot	Sammelstörung
• Meldeleuchte, gelb	Ölstand/Wartung/Warnung Allgemein

Tabelle 37 Leuchtmelder Türfront

## 5.8 Potentialfreie Meldungen/Bus-Verbindungen

Folgende Meldungen sind potentialfrei auf eine Klemmleiste verdrahtet:

Potentialfreie Meldungen
• Betrieb BHKW-Modul
• Sammelstörung BHKW-Modul
• Wartung erforderlich
• Warnung
• Rückmeldung zentraler NA-Schutz

Tabelle 38 Potentialfreie Meldungen

Generell ist die Steuerung in der Lage, verschiedenste Busverbindungen abhängig von der kundenseitigen SPS zu realisieren:

Bus-Verbindungen
• Profi-Bus
• Mod-Bus RTU
• Mod-Bus TCP
• Can-Bus
• IEC 104-Bus
• BAC-Net

Tabelle 39 Bus-Verbindungen

## 5.9 Fernüberwachung

Das BHKW-Modul (Standard) bzw. die gesamte Heizanlage (optional) muss fernüberwacht werden. Auf Grundlage einer Erfassung von Betriebs- und Störmeldungen wählt die Steuerung (z.B. beim Auftreten einer Störung) die COMUNA-metall-Meldezentrale automatisch an. Hier werden die Meldungen entgegengenommen und weitere anlagenspezifische Informationen abgefragt.

Die Meldungen können von der Störmeldezentrale klassifiziert und zur Weitergabe an verschiedene Empfänger aufbereitet werden. Bei Kesselstörungen kann z.B. der örtliche Heizungsbauer automatisch in die Meldekette integriert werden.

Die Sicherheit der Übertragung wird durch Anwahlwiederholung von Seiten der Unterstation und zyklische Abfrage durch unsere Zentrale gesichert. Eine Weiterleitung von Meldungen via SMS, Mail oder Fax ist möglich.

Für die von COMUNA-metall überwachten Anlagen können Dienstleistungen wie Temperatur- und Ereignis-Protokolle als Beitrag zur Optimierung der Gesamtanlage erbracht werden.

Die Fernüberwachung erfordert auf Seiten des Auftraggebers die Bereitstellung eines Internetzugangs über Ethernet bzw. eines IP-Anschlusses oder ggf. eines Funkmodems.

## 5.10 Verkabelung

Im Lieferumfang des BHKW-Moduls enthalten ist die Verkabelung aller genannten Elemente des BHKW-Moduls. Dazu gehören:

Verkabelungen im Lieferumfang
• die Lieferung sowie das Auflegen und Verlegen aller Steuer- und Leistungskabel, insbesondere die Verkabelung der elektrischen Verbraucher und Geräte (Generator, Pumpen, Gasstraße, Fühler, Abluftventilator etc.) mit der Schaltanlage
• der betriebsfertige Anschluss an die bestehende Gebäudetechnik (Liefergrenze: Abgangsklemmen der Schaltanlage)
• die Lieferung und Installation der dazu erforderlichen Kabelkanäle, Kabelpritschen oder Schutzrohre inkl. Klein- und Befestigungsmaterialien gem. einschlägiger VDE-, DIN- Vorschriften

Tabelle 40 Verkabelung im Lieferumfang

## 6 Einbringung, Aufstellung und Einbindung

### 6.1 Einbringung und Aufstellung

Für die Einbringung des BHKW-Moduls, die in der Regel mit Hilfe eines Autokrans erfolgt, sind ausreichend große Öffnungen des Einbringschachts, der Türen und der Durchfahrten notwendig. Wenn nötig, kann das BHKW für die Einbringung auch in Einzelteile zerlegt werden.

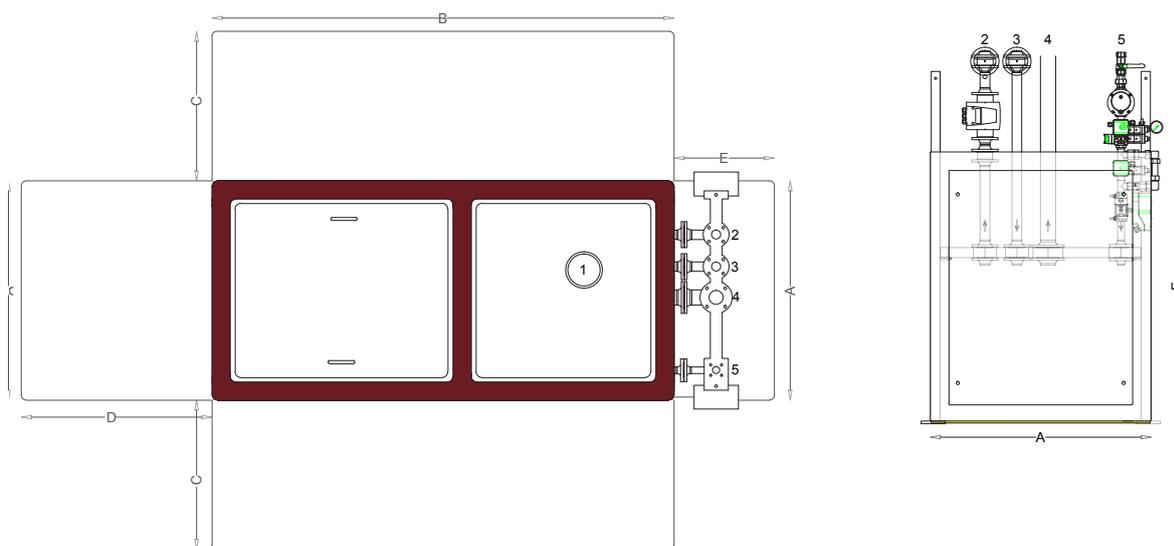


Bild 2 Abmessungen und Gewichte

Abmessungen und Gewichte			Typ 2726-02	Typ 2726-12	Typen 5450-03/ 5450-04	Typen 5450-13/ 5450-14
Nr.	Funktion	Einheit	Größe			
1	Abluft	mm	160 Wickelfalzrohr			
2	Vorlauf	DN	40		50	
3	Rücklauf	DN	40		50	
4	Abgas	DN	65		80	
5	Gas	DN	25		40	
A	Breite Modul	mm	1.100		1.170	
B	Länge Modul	mm	2.300	2.470	2.730	3.120
C	Wartungsbereich Längsseite	mm	800		1.000	
D	Wartungsbereich Frontseite	mm	1.000			
E	Wartungsbereich Rückseite	mm	500			
F	Höhe Modul	mm	1.350			1.420
-	Leergewicht	kg	2.100	2.250	3.000	3.500
-	Betriebsgewicht	kg	2.300	2.400	3.300	3.850

Tabelle 41 Abmessungen und Gewichte

## 6.2 Einbindung

Eine adäquate hydraulische, gas-, abgas-, lüftungs-, elektro- und steuerungstechnische sowie schalltechnische Einbindung des BHKW-Moduls in die jeweilige Gebäudetechnik ist Voraussetzung für eine störungsfreie Funktionsweise der Anlage.

Die Flansch-Anschlüsse für die weiterführenden Rohrleitungen oberhalb des Stahlbalkens bzw. der Absperrventile/ Heizung haben die folgenden Dimensionen:

Einbindung		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Gas-Fließdruck	mbar	20-80	
Zuluft	m <sub>n</sub> <sup>3</sup> /h	448	600
Anschluss Erdgas	R	1 "	1 1/2 "
Anschluss Vorlauf	DN/PN	40/6	50/6
Anschluss Rücklauf	DN/PN	40/6	50/6
Anschluss Abgas	DN/PN	65/6	80/6
Abgasleitung Waagrecht	DN	~ 65	~ 80
Abgasleitung Senkrecht	DN	~ 125	~ 200

Tabelle 42 Einbindung

## 6.3 Hydraulische Einbindung

Die Heizungsleitungen sind in Stahlrohr auszuführen und entsprechend den gesetzlichen Vorschriften zu isolieren. Durch eine möglichst niedrige Rücklauftemperatur, die Installation eines Pufferspeichers (Volumen: mindestens 5 m<sup>3</sup> (Typenreihe 2726) bzw. mindestens 10 m<sup>3</sup> (Typenreihe 5450) sowie eine intelligente übergeordnete Steuerung können eine hohe Anlagenlaufzeit, geringe Taktfrequenzen und damit ein wirtschaftlicher Betrieb der Gesamtanlage sichergestellt werden. Besonders hohe Nutzungsgrade können durch einen nachgeschalteten Brennwerttauscher erreicht werden, dies setzt allerdings eine Rücklauftemperatur von < 60 °C voraus. Da zu hohe Rücklauftemperaturen (> 70 °C) zur Abschaltung des BHKW-Moduls bzw. zum Anlagenstillstand führen, ist in solchen Fällen eine frühzeitige Überarbeitung des Heizungsnetzes notwendig. Zu diesem Zweck ist eine genaue Aufnahme des heizungstechnischen Bestandes erforderlich.

## 6.4 Elektrotechnische Einbindung (Leistungskabel)

Eine genauere Bestimmung des Leistungskabelquerschnitts ist in Abhängigkeit von der Ausführung des Kabels, der Umgebungstemperatur, der auftretenden Blindleistung sowie der Länge des Leistungskabels vorzunehmen. Höhere Netzimpedanzen bedürfen der Absprache.

Leistungskabel Querschnitt		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Leistungskabel < 30 m	mm <sup>2</sup>	50	95
Leistungskabel > 30 m	mm <sup>2</sup>	70	120
Netzimpedanz	Ω	Max. 0,05	Max. 0,025

Tabelle 43 Leistungskabel Querschnitt

## 6.5 Gastechische Einbindung

Das BHKW-Modul ist auf eine Versorgung aus dem Niederdruck-Gasnetz ausgerichtet. Sofern das Brenngas nur mit höherem Druck bereitgestellt werden kann, ist eine geeignete Druckminderung zu installieren. Die Gasleitungen sind bei Erdgas- und Flüssiggasbetrieb aus Stahl S235JR oder Kupfer bzw. bei Klärgas- bzw. Biogasbetrieb aus Edelstahl 1.4571 auszuführen.

## 6.6 Abgastechische Einbindung

Die Abgasführung stellt nicht selten einen wesentlichen Kostenfaktor bei der Einbindung von BHKW-Modulen dar. Sie ist im Gegensatz zu Abgassystemen von Heizkesseln grundsätzlich druckfest ausulegen. Es ist zwischen der Bodenleitung (zwischen BHKW-Modul und Schornstein) und der Steigleitung (im Schornstein) zu unterscheiden.

Die Bodenleitung ist bis zur Steigleitung getrennt je Modul auszuführen, da ansonsten negative Rückwirkungen der Motorabgase auf stillstehende Motoren (Kondensat) zu befürchten sind. Als Material kann S235JR verwandt werden (bei Einsatz eines Brennwerttauschers bis dorthin, ab dort in Material 1.4571).

Die Steigleitung kann gemeinsam für eine Mehrzahl an angeschlossenen BHKW-Modulen ausgeführt werden. Als Material ist vorzugsweise Edelstahl 1.4571 einzusetzen. Generell ist eine Kaminverrohrung zu empfehlen. Unter bestimmten örtlichen Verhältnissen ist auch eine gemeinsame Ableitung von Abgas und Abluft durch einen Kamin ohne eine Kaminverrohrung möglich. Als Einflussfaktoren für die zu wählenden Querschnitte sind die Höhe der Steigleitung, die Temperatur des Abgases (abhängig von baulichen Bedingungen, der Miteinleitung von Abluft oder der Nutzung des Brennwertes) sowie die Zahl der angeschlossenen BHKW-Module zu beachten.

Bei der Realisierung der abgastechischen Einbindung wird eine frühzeitige Abstimmung mit dem zuständigen Schornsteinfeger empfohlen.

Dimensionierung des Kaminrohrs		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
1 Modul	DN	125	200
2 Module	DN	200	250
3 Module	DN	250	350
4 Module	DN	250	400

Tabelle 44 Dimensionierung des Kaminrohrs

Zur Vermeidung von Verbrennungen etc. ist eine Isolierung der abgasführenden Leitungen zumindest dort erforderlich, wo sie von Menschen berührt werden können. Die vom BHKW-Modul ausgehenden Luftschallemissionen sind zu nicht



Bei besonders schallsensiblen Objekten kann zusätzlich ein weiterer externer Abgasschalldämpfer für die Abgasleitung zur Einsatz kommen.

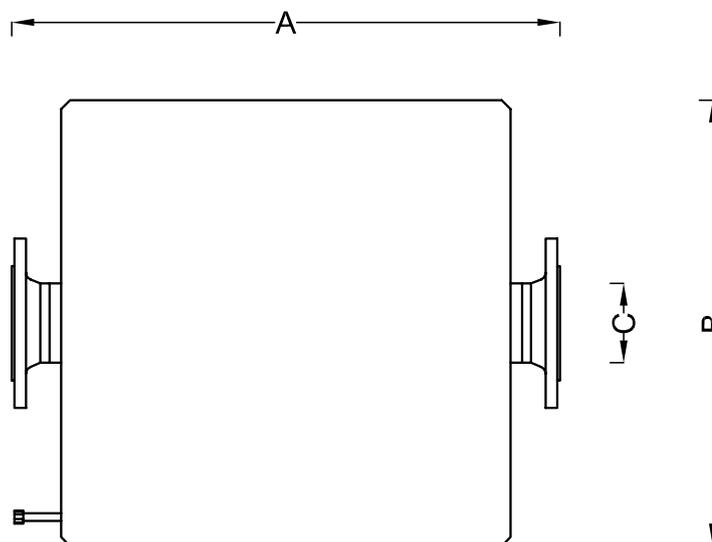


Bild 4 Abgasschalldämpfer

Abgas Sekundärschalldämpfer		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Fabrikat	-	Nießing	
Typ	-	Silent I	Silent II
Länge (A)	mm	610	
Durchmesser (B)	mm	500	
Material	-	1.4571	
Einfügungs-Dämmmaß bis	dB(A)	25	
Anschlussflansch (C)	DN/PN	65/6	80/6

Tabelle 45 Abgasschalldämpfer

## 6.7 Lüftungstechnische Einbindung

Das BHKW-Modul saugt die erforderliche Zuluftmenge (Verbrennungs- und Kapselspülluft) über Öffnungen in der Kapsel aus dem Betriebsraum an, so dass eine eigene Zuluftleitung nicht erforderlich ist. Die angesaugte Frischluft darf nicht durch Staub, halogen- oder lösungsmittelhaltige Stoffe belastet sein. Eine ausreichend große Zuluftöffnung (Querschnitt mindestens 1.200 cm<sup>2</sup> (Typenreihe 2726) bzw. 1.500 cm<sup>2</sup> (Typenreihe 5450)) ist zur Vermeidung von Strömungsgeräuschen und Unterdruck im BHKW-Betriebsraum sicherzustellen.

Die geringen Abluftmengen aufgrund des Einsatzes eines wassergekühlten Generators ermöglichen den Einsatz eines verzinkten Wickelfalzrohrs mit relativ geringem Querschnitt zur notwendigen Abführung der Abluft.

Die Installation eines zusätzlichen Zu- oder Abluftschalldämpfers ist im Allgemeinen nicht erforderlich.

Bei besonders schallsensiblen Objekten kann zusätzlich ein Telefoneschalldämpfer für die Abluftleitung zum Einsatz kommen.

Abluft-Telefoneschalldämpfer		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Länge	mm	1.100	
Innen-/Außendurchmesser	mm	160/250	
Kulissenlänge	mm	1.000	
Druckverlust	Pa/m	3	
Einfügungs-Dämmmaß bis	dB(A)	39	
Packungsdicke	mm	50	
Gewicht	kg	1,9	

Tabelle 46 Abluft-Telefoneschalldämpfer

## 6.8 Körperschalldämmung

Zur Vermeidung von Körperschall-Immissionen muss die Aufstellfläche für das BHKW-Modul eine Mindestdicke von 250 mm besitzen.

Der vom BHKW-Modul ausgehende Körperschall wird durch die elastische Lagerung der Motor-Generator-Einheit auf dem Grundrahmen sowie durch elastische Schläuche/Kompensatoren bei den festen Verbindungen zwischen BHKW-Modul und Gebäude gedämmt.

In den nicht seltenen schalltechnisch kritischen Projekten ist die Lagerung des BHKW-Moduls auf Stahlfederelementen sinnvoll. Bei schallkritischen Projekten sollte der Mindestabstand des BHKW-Moduls von allen Raumwänden (inkl. Decke) mindestens einen Meter betragen. Zusätzlich sollten die Rohrleitungen mit Gummikompensatoren entkoppelt werden.

Generell werden zwei verschiedene Schallschutzstufen angeboten:

Schallschutzstufen	
Stufe 1	Körperschalldämmende Aggregatlagerung auf Stahlfederelementen
Stufe 2	Zusätzlich Gummikompensatoren zur Entkopplung der weiterführenden Rohrleitungen

Tabelle 47 Schallschutzstufen

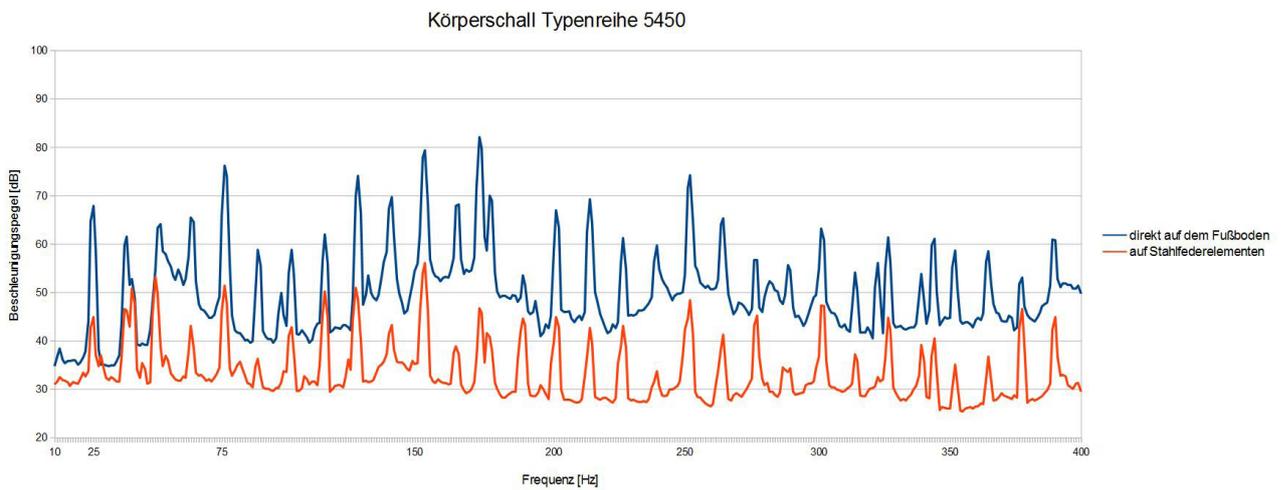
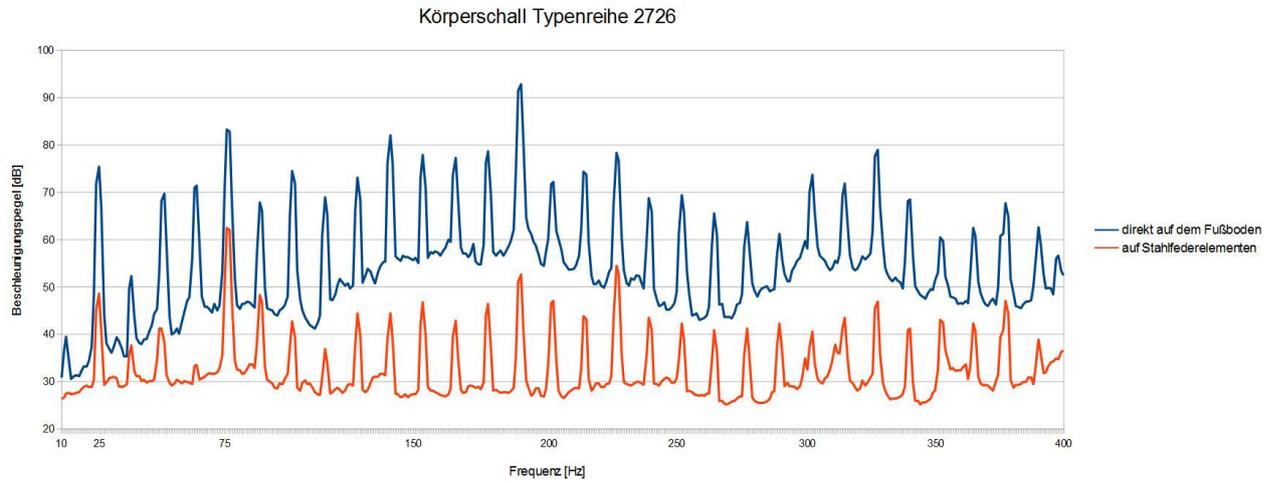


Bild 5 Vergleich Körperschallentwicklung mit und ohne Stahlfederelemente

## 6.9 Steuerungstechnische Einbindung

Zur steuerungstechnischen Einbindung empfiehlt sich die von uns angebotene Zentralsteuerung (s. Kap. 7.1).

Alternativ kann das Modul über potentialfreie Kontakte einer DDC-Anlage gesteuert und überwacht werden. Bereitgestellt werden:

Potentialfreie Eingänge für DDC	
• Auto-Anforderung	• Stromvorrangbetrieb (kurzzeitige Tolerierung von erhöhten RL-Temperaturen)
• Umschaltung auf Teillastbetrieb	• Umschaltung der Gasart
• Sperrung extern	• Sperrung EEG

Tabelle 48 Potentialfreie Eingänge für DDC

Potentialfreie Ausgänge für DDC	
• Betrieb BHKW-Modul	• Wartung erforderlich
• Sammelstörung BHKW-Modul	• Warnung
• Rückmeldung zentraler NA-Schutz	

Tabelle 49 Potentialfreie Ausgänge für DDC

## 7 Zusätzliche Leistungsoptionen

### 7.1 Zentralsteuerung (Übergeordnete Steuerung) für Heizzentralen mit BHKW

Die COMUNA-metall-Zentralsteuerung basiert auf einer Bachmann-SPS Typ MX207 und Erweiterungsmodulen für Ein- und Ausgänge. Die entsprechende Software wurde von COMUNA-metall entwickelt und wird aufgrund des modularen Aufbaus in vielen von uns gelieferten Anlagen eingesetzt.

Wesentliche Zielsetzung für den Einsatz der Zentralsteuerung ist das Erreichen hoher und kontinuierlicher Laufzeiten der BHKW-Anlage. Nur so kann ein ökonomischer BHKW-Betrieb sichergestellt werden, der zugleich auch die ökologischen Vorteile dieser Technik zur Wirkung kommen lässt.

Die COMUNA-metall-Zentralsteuerung ist in der Lage, die für den ökonomischen BHKW-Betrieb erforderlichen Parameter zu erfassen und zu verarbeiten. Auf Grundlage der laufenden Auswertung der erfassten Parameter werden die einzelnen BHKW-Module und Kessel (bzw. Kesselstufen), ggf. unter Berücksichtigung vorhandener Installationen (Pufferspeicher, Notkühlung), gezielt angewählt. Damit ist gewährleistet, dass die BHKW-Anlage ein Maximum an Betriebsstunden erreicht. Die Steuerung basiert auf hydraulischen Einbindungsvorschlägen, wie sie im folgenden aufgeführt sind. Die Detailausführung der Zentralsteuerung wird auf die örtlichen Verhältnisse und die Vorgaben des Kunden abgestimmt.

Im Leistungsumfang des Vollwartungsvertrages ist eine Optimierung der Steuerung und ihre Anpassung an geänderte hydraulische Verhältnisse enthalten. Gemeinsam mit dem Betreiber können dann entsprechende Maßnahmen realisiert werden, um den optimalen BHKW-Betrieb sicherzustellen. Die Zentralsteuerung arbeitet unabhängig von der Modulsteuerung. Sie ist modular aufgebaut und wird in folgenden Grundvarianten angeboten:

**Variante BK (BHKW und Kessel)**  
 mit folgenden standardisierten Programmfunktionen:

- Erfassung von max. sechs Prozesswerten über Temperatursensoren (Pt100), z.B. Heizungsnetztemperaturen, Außentemperatur
- Bildung eines Vorlaufsollwertes in Abhängigkeit von Außentemperaturmittelwert und Tageszeit
- Überwachung der Rücklauftemperatur zur Vorlauf-Sollwertbegrenzung
- Überwachung der Vorlauftemperatur zur Bildung einer Störmeldung
- Anforderung der BHKW-Module in Abhängigkeit von Tageszeit und Wärmebedarf
- Anforderung eines weiteren (Spitzenlast-)Wärmeerzeugers nach Vorlauftemperatur
- Verarbeitung externer Freigaben und Sollwerte
- Darstellung der Prozesswerte und Meldungen am Schaltschrank per Touchpanel
- Integrierter Datenlogger
- Kommunikation mit der Fernüberwachung

Tabelle 50 Variante BK (BHKW und Kessel)

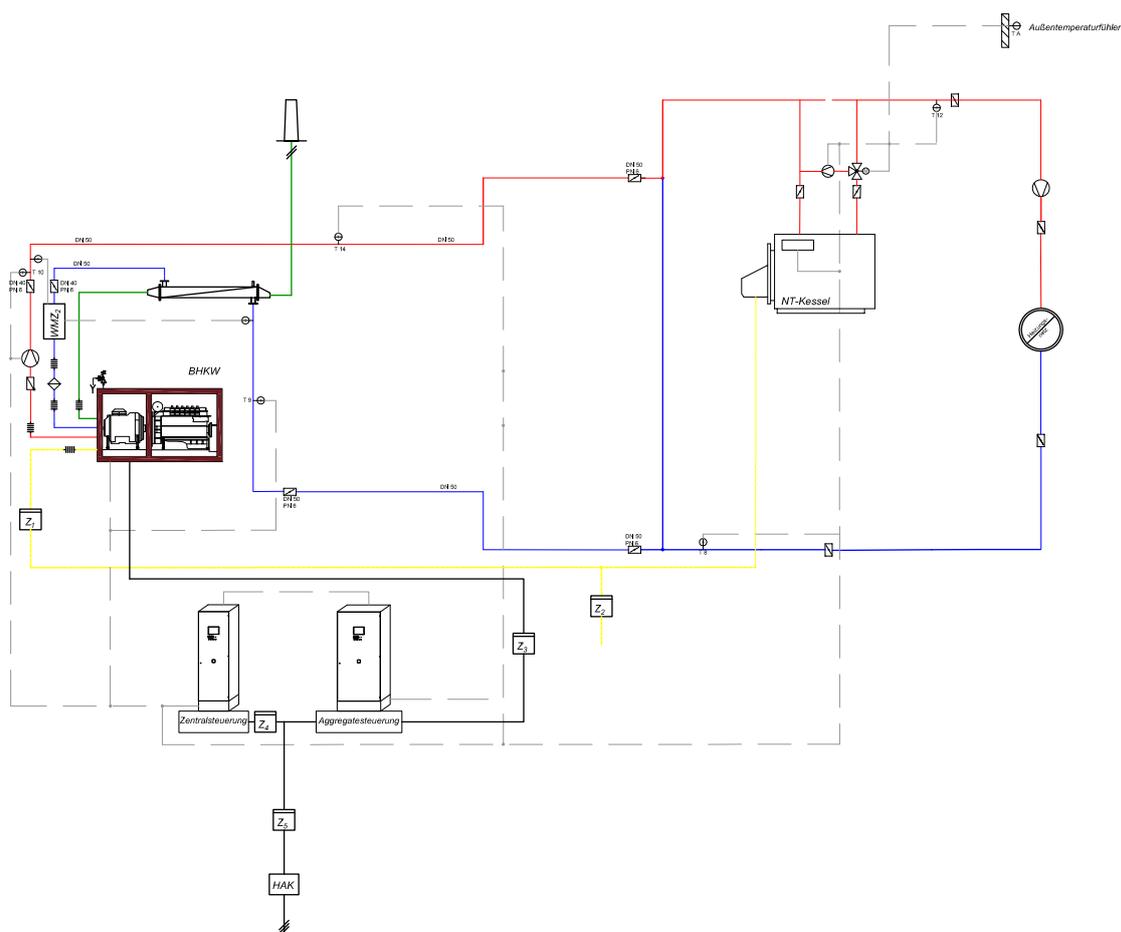


Bild 6 Variante BK (BHKW und Kessel)

Variante BKSM (BHKW/Kessel/Pufferspeicher/Mischventil)  
 Zusatz-Funktionen gegenüber Variante BK:

- Erfassung von sechs weiteren Prozesswerten über Temperatursensoren (Pt100), z.B. Pufferspeichertemperaturen
- Management der Pufferspeicherbe- und -entladung zur Laufzeitoptimierung der BHKW-Module und zur stabilen Vorlauftemperaturregelung
- Ansteuerung einer Speicherentladepumpe inkl. Frequenzumformer bis 1,1 kW

Tabelle 51 Variante BKSM (BHKW/Kessel/Pufferspeicher/Mischventil)

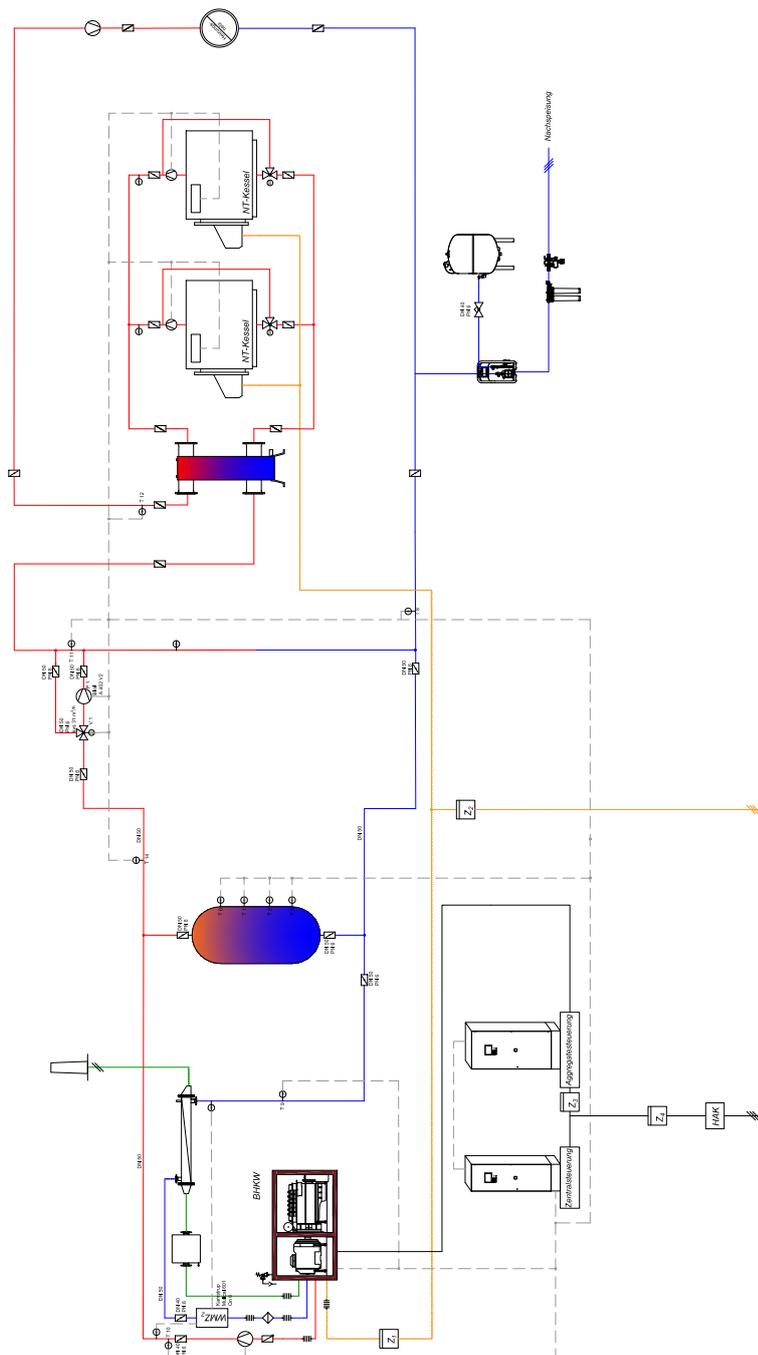
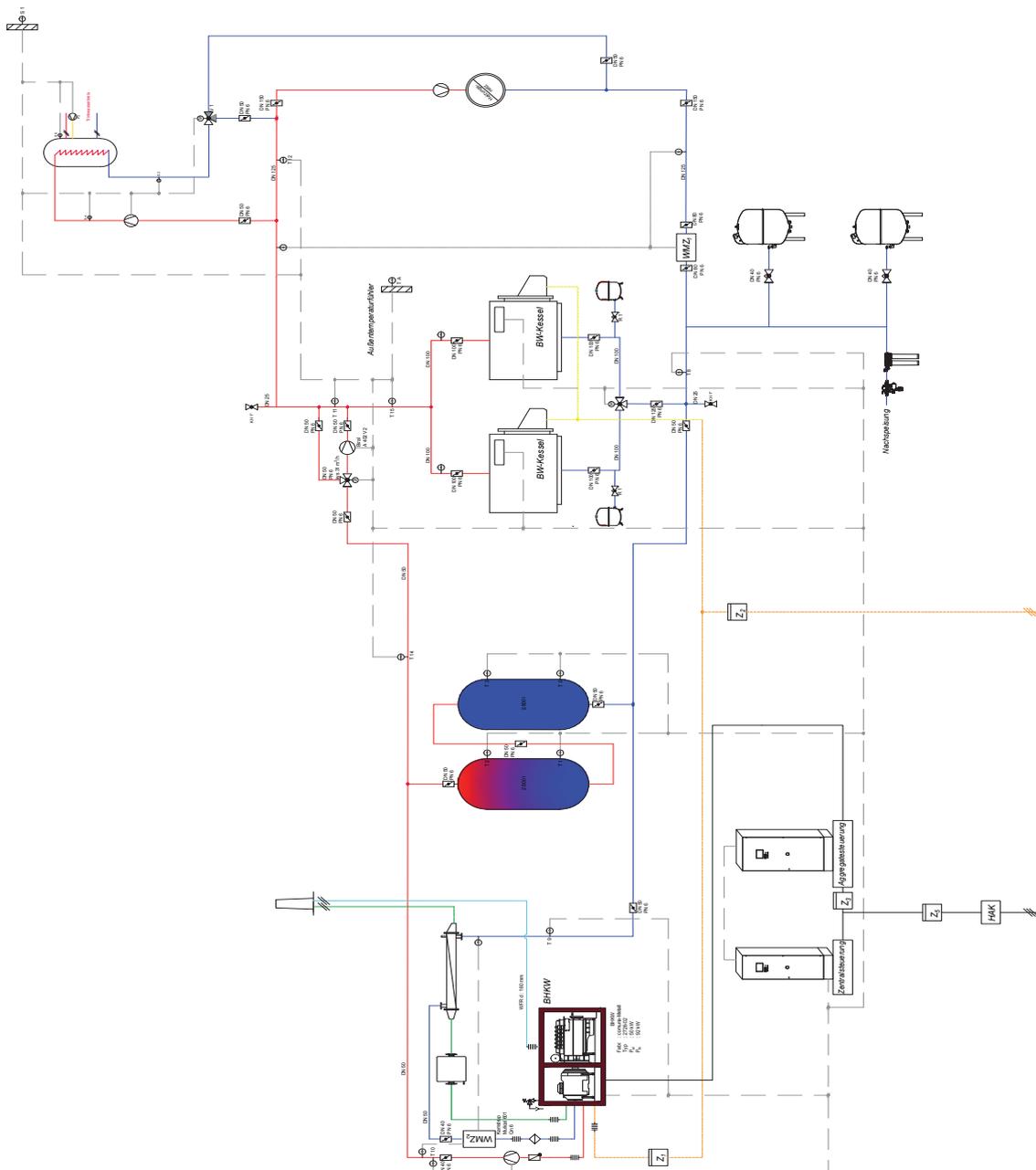


Bild 7 Variante BKSM (BHKW/Kessel/Pufferspeicher/Mischventil)

Variante BWKM (BHKW/Brennwertkessel/Pufferspeicher)  
 Zusatz-Funktionen gegenüber Variante BKSM:

- Freigabe und Modulation eines oder mehrerer Brennwertkessel, ggf. analoge Sollwertvorgabe
- Laufzeitoptimierung der Kesselanlage

Tabelle 52 Variante BWKM (BHKW/Brennwertkessel/Pufferspeicher)



### Weitere optionale projektspezifische Programmfunktionen

- Erfassung beliebiger Meldungen über potentialfreie Kontakte, z.B. Betriebs- und Störmeldungen aller Wärmeerzeuger
- Erfassung analoger Strom- bzw. Spannungswerte
- Regelung mehrstufiger oder modulierender Kessel, Öl-/Gas-Umschaltung
- Geregelter Kesselrücklaufanhebung
- Geregelter Brauchwasserladeschaltung
- Bildung von Stromführungssignalen (Maximumanlage, Nullbezugsregelung) aus Zählerimpulsen
- Differenzdruckregelung von Nahwärmenetzpumpen mit Redundanzmanagement und Außen-temperaturabhängigkeit
- Aufbereitung von Temperaturen und Verfahrenswerten für externe Leitstellen, Steuerung von Feldbuskopplern
- Vernetzung mit Gebäudeleittechnik, Busprotokolle auf Anfrage

Tabelle 53 Weitere optionale projektspezifische Programmfunktionen

## 7.1.1 Aufbau des Schaltschranks der Zentralsteuerung

Die Zentralsteuerung ist in einem Schaltschrank in solider Stahlblechkonstruktion mit staubdicht schließenden Flügeltüren (Öffnungswinkel 180°, inkl. Sicherheitsverschluss) untergebracht. Die Metallteile sind gegen Korrosion mit einer Spezialfarbschutzschicht lackiert. Das Bodenblech ist herausnehmbar und mit einer dauerbeständigen Bürstenabdichtung versehen. Des Weiteren ist der Schaltschrank mit einer Kabelfangschiene ausgestattet.

Der Schaltschrank ist nach den einschlägigen VDE-, DIN- und VNB-Vorschriften erstellt. Die Richtlinien für die Schaltgeräte-Kombination nach VDE 0660 und VDE 0110 sind berücksichtigt. Als Schutzmaßnahme ist die Nullung nach VDE 0100 mit Potentialausgleich installiert. N und PE sind getrennt verlegt. Die N-Schiene ist isoliert befestigt. Die Steuerspannung beträgt einheitlich 230 V zwischen Phase und N. Der Versorgungsteil ist mit einem Leistungsschalter nach VDE 0660 versehen. Die Kabeleinführung erfolgt von unten.

Alle Schalter, Meldeleuchten und Anzeigegeräte sind in der Fronttür eingebaut. Mit Ausnahme von Prüf- und Entriegelungstasten werden nur Schaltgeräte verwendet, die bei Netzausfall und Netzwiederkehr eine automatische Einschaltung gewährleisten.

## 7.1.2 Einzelkomponenten der Zentralsteuerung

Im Folgenden sind die diversen Einzelkomponenten aufgeführt bzw. beschrieben, die sich - abhängig von der jeweiligen Grundvariante - im Schaltschrank der Zentralsteuerung befinden:

Einzelkomponen der Zentralsteuerung	
• Leistungsschalter 35 A	
• Sicherungsautomaten 10 A+N für Steuerung etc., dreipolig	
• Sicherungsautomaten für Gleichstrom	
• Netzgerät, 230 V AC/24 V DC 10 A	
• Geregelter Brauchwasserladeschaltung	
Steuerschalter in Türfront für folgende Funktionen	
• Netzgerät, 230 V AC/24 V DC 10 A	
• Freigabe Kessel: Stufe1-Stufe2-Auto (Mod(-)-Halt-Mod(+)-Auto)	
• Mischventil Pufferspeicher (Mod(-)-Halt-Mod(+)-Auto)	
• Speicherentladereglung: Auto-Aus	
• Automatik1-0-Automatik2 als frei belegbarer Schalter	
• Leuchtmelder für Betriebs- und Störmeldungen	
• Not-Aus-Taster mit Verriegelung (für die Not-Aus Kette besteht die Anschlussmöglichkeit von weiteren Not-Aus-Tastern und Feldgeräten, z.B. Kesseln)	
• Koppelrelais 24 V mit jeweils drei Wechslern (Ausgabebausteine für SPS)	
• Temperaturerfassung	
• Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS/DDC)	
• Touchpanel	

Tabelle 54 Einzelkomponenten der Zentralsteuerung

## 7.1.3 Temperaturerfassung der Speicherentladereglung

Die Temperaturerfassung erfolgt über (zum Lieferumfang gehörende) Doppel-Pt100-Temperaturfühler mit Tauchhülse (1/2 ", 150 mm/400 mm). Das zweite von der Steuerung nicht benötigte Fühlerpaar ist auf eine Klemmleiste verdrahtet. In der Regel werden folgende Messpunkte erfasst:

Messpunkte der Speicherentladereglung	
• Rücklauf vor BHKW	• Rücklauf zum BHKW
• Vorlauf BHKW	• Vorlauf BHKW/Speicher
• Rücklauf zum Kessel	• Vorlauf nach Kessel
• Außentemperatur	• Pufferspeicher (mehrfach)

Tabelle 55 Messpunkte der Speicherentladereglung

## 7.1.4 Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS/DDC)

### Speicherprogrammierbare Steuerung der Zentralsteuerung

Fabrikat	-	Bachmann
Typ	-	MX207
Nennspannung	V DC	24
Eingänge digital	-	16-256
Ausgänge digital	-	16-256
Eingänge analog 0-10 V, 0-20 mA	-	4-12
Ausgänge analog	-	0-16
Eingänge Pt100/Pt1000	-	12-32
Schnittstellen	-	Ethernet, USB (host), RS232, CAN

Tabelle 56 Speicherprogrammierbare Steuerung

## 7.1.5 Touchpanel

Das Display in der Schaltschranktür besitzt ein hintergrundbeleuchtetes TFT-Display, das mit der Zentralsteuerungs-SPS über eine Netzwerkverbindung kommuniziert. Es hat folgende technische Daten:

### Touchpanel der Zentralsteuerung

Fabrikat	-	Bachmann
Typ	-	OT1207
Nennspannung	V DC	18-34
Displaygröße	"	7
Optionale Displaygröße	"	10,1
Auflösung	-	800x480
Schnittstellen	-	Ethernet, USB (2x), RJ45 (x2)
Betriebstemperatur	°C	0-60

Tabelle 57 Touchpanel der Zentralsteuerung

Über menügeführte Bedienbuttons können folgende Betriebszustände angezeigt bzw. Funktionen erfüllt werden:

**Visualisierung und Reglungsfunktionen auf dem Touchpanel**

- Anzeige aller von der Zentralsteuerung gemessenen Temperaturen
- Anzeige relevanter Verfahrenswerte zur Beurteilung des Anlagenzustandes
- Anzeige von Temperaturreglerzuständen
- Anzeige und Eingabe von Sollwerten
- Anzeige und Speicherung von erfassten Meldungen sowie Datum/Uhrzeit (Historienringspeicher)
- Anzeige und Bedienung von kundenspezifischen Sonderfunktionen

Tabelle 58 Visualisierung und Reglungsfunktionen auf dem Touchpanel

**7.1.6 Potentialfreie Meldungen der Zentralsteuerungen**

Betriebs- und Störmeldungen werden potentialfrei auf eine Klemmleiste gelegt. Bei der Variante BK werden folgende Meldungen ausgegeben:

**Potentialfreie Meldungen der Zentralsteuerung**

Meldungen der Variante BK	Projektbezogene Meldungen
• Freigabe Kesselanlage	• Sollwert Vorlauftemperatur
• Störung Vorlauftemperatur	• Stromanforderung
• Störung Zentralsteuerung	• Betrieb Kesselanlage
• 2xNot-Aus Kette (Anschluss weiterer Feldgeräte)	

Tabelle 59 Potentialfreie Meldungen der Zentralsteuerung

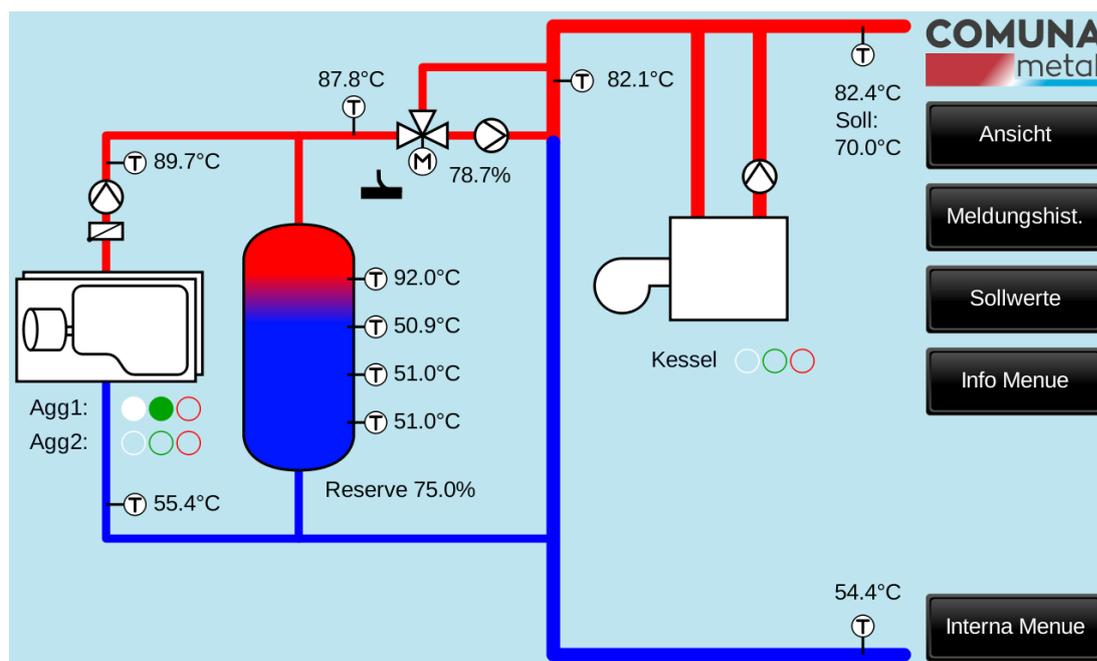


Bild 8 Hauptseite Zentralsteuerung

## 7.1.7 Verkabelung der Zentralsteuerung

Im Lieferumfang der Zentralsteuerung ist die betriebsfertige Verkabelung enthalten. Dazu gehört:

### Lieferumfang Zentralsteuerungsverkabelung

- die Lieferung sowie das Auflegen und Verlegen aller Steuer- und Leistungskabel (z.B. Kabelverbindung zum BHKW-Modul), insbesondere die Verkabelung der elektrischen Verbraucher und Geräte (Ladepumpe/ Dreiwegeventil, Temperaturfühler, Abluftventilator etc.) mit der Schaltanlage
- der betriebsfertige Anschluss bauseitig verlegter Steuerleitungen (z.B. Kesselfreigabe/DDC, Liefergrenze: Abgangsklemmen der Schaltanlage)
- die Lieferung und Installation der dazu erforderlichen Kabelkanäle, Kabelpritschen oder Schutzrohre inkl. Klein- und Befestigungsmaterialien gem. einschlägiger VDE-, und DIN-Vorschriften

Tabelle 60 Lieferumfang Zentralsteuerungsverkabelung

## 7.2 Leistungsfeld bei Mehrmodulanlagen

Bei Anlagen mit mehreren Modulen und nur einem Einspeisepunkt ist ein so. g. Leistungsfeld notwendig. Es umfasst folgende Elemente/Funktionen:

### Leistungsfeld Elemente

- Zusammenführung der einzelnen Modulfelder über Sicherungslasttrenner auf ein Sammelschienensystem (Abluftventilator etc.) mit der Schaltanlage
- Messung der erzeugten elektrischen Arbeit der BHKW-Module mit beglaubigtem elektronischem Drehstromwandlerzähler mit S0-Impulsausgang
- Bereitstellung von Dreh- und Wechselstromabgängen für verschiedene Verbraucher (z.B. Heizungsanlage, Beleuchtung), bei Bedarf Drehstromzähler für die Verbrauchsmessung der o. g. Geräte
- Hauptschalter zum Freischalten der gesamten Anlage, ausgelegt auf die Gesamtleistung der Module

Tabelle 61 Leistungsfeld Elemente

## 7.3 Zusätzlicher externer Brennwerttaucher

Das Standard-BHKW-Modul kann auch als Brennwert-BHKW mit einem zusätzlichen Brennwerttaucher geliefert werden. Die Leistung des Brennwerttauchers ist der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Leistungsdaten Brennwerttaucher		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
<b>Rücklauftemperatur</b>			
30 °C	kW	18	40
40 °C	kW	16	36
50 °C	kW	12	24
60 °C	kW	7	14

Tabelle 62 Leistungsdaten Brennwerttaucher

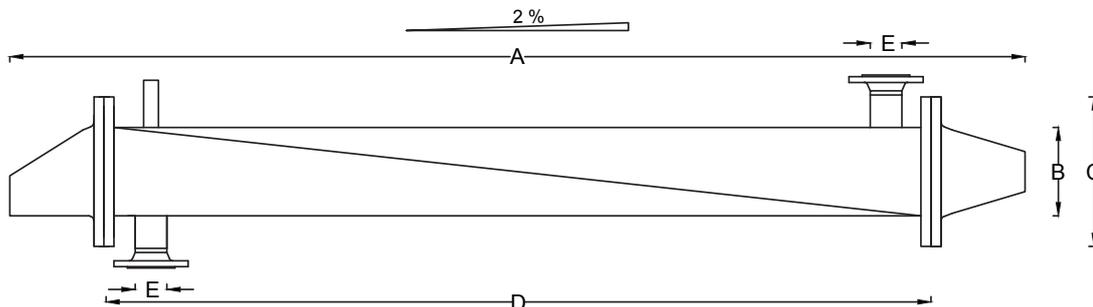


Bild 9 Brennwerttaucher

Technische Daten Brennwerttaucher		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Fabrikat	–	COMUNA-metall	
Typ	–	BWT 2726	BWT 5450
Max. Betriebsdruck	bar	6	
Durchströmungsart	–	Gegenstrom	
Tauscherleistung	kW	4-20	8-40
Mengenstrom primär	m <sup>3</sup> /h	200-240	400-480
Mengenstrom sekundär	m <sup>3</sup> /h	1,5-4,5	3-9
Eintrittstemperatur primär	°C	125	
Eintrittstemperatur sekundär	°C	30-70	
Austrittstemperatur primär	°C	40-75	
Austrittstemperatur sekundär	°C	40-71	
Wärmedurchgangszahl	W/m <sup>2</sup> K	71-174	
Max. anfallendes Kondensat	l	15	30
Druckverlust primär	mbar	25	
Druckverlust sekundär	mbar	2-20	
Mittlere log. Temperaturdifferenz	°C	19,28-33,66	
Austauschfläche	m <sup>2</sup>	3,5	7
Wasserinhalt	l	15	30
Länge ohne/mit Reduzierstücken (D/A)	mm	1.500/2.000	3.000/3.500
Durchmesser (ohne Isolierung) (B)	mm	170	
Gewicht	kg	60	120
Material	–	1.4571	
Anschlussflansche Abgas ohne Red.-St. (C)	DN/PN	150/10	
Anschluss Abgas mit Red.-St.	DN	65	80
Anschlussflansche Wasser (E)	DN/PN	50/6	

Tabelle 63 Brennwerttaucher

Die zusätzliche Nutzung des Brennwertes der Abgase kann über den Heizungsrücklauf, aber auch über andere Sekundärmedien (z.B. Beckenwasser, Brauchwasser) mit einer relativ niedrigen Eintrittstemperatur erfolgen. Dies hat den Vorteil, dass der Kondensationspunkt der Abgase von 61 °C deutlich unterschritten und damit eine besonders hohe Brennwerttaucherleistung erreicht wird. Bei (chlorhaltigem) Beckenwasser ist der Brennwerttaucher zur Vermeidung von Korrosion durch einen Wärmetauscher vom Beckenwasser hydraulisch zu trennen.

Das anfallende Kondensat hat bei katalytischer Abgasbehandlung einen pH-Wert von 6-7 und kann laut ATV-Merkblatt 251 direkt in die örtliche Kanalisation eingeleitet werden. Der Brennwerttaucher ist mit Gefälle (2 %) zum Abgasaustritt zu installieren.

## 7.4 Notkühlanlage

Für Einsatzfälle mit einem zeitweilig zu geringen Wärmebedarf, aber fortbestehendem Strombedarf kann das BHKW-Modul mit einer Notkühlanlage ausgeliefert werden, mit Hilfe derer die erzeugte Wärme vollständig oder teilweise weggekühlt und damit die Anlage auch ohne Wärmenutzung betrieben werden kann. BHKW-Module auf Kläranlagen werden in der Regel mit einer Notkühlung betrieben. Wo hingegen der Einsatz von Notkühlanlagen bei Erdgas-BHKW-Modulen aus wirtschaftlichen und steuerlichen Gründen stark beschränkt ist.

Es ist zwischen Wasser-Wasser- und Wasser-Luft-Notkühlanlagen zu unterscheiden. Bei ersteren wird die überschüssige Wärme über einen Plattenwärmetauscher auf das Kühlwasser (Trinkwasser, evtl. auch Oberflächen- oder Prozesswasser) übertragen. Diese Lösung ist technisch einfacher, aber zugleich mit höheren Betriebskosten für das Kühlwasser verbunden.

Wasser-Luft-Notkühlanlagen sind aufwendiger, da neben dem Plattenwärmetauscher auch ein Wasser-Luft-Kühler (Tischkühler) aufgestellt werden muss. Darüber hinaus gehören auch eine Umwälzpumpe, ein Ausdehnungsgefäß, die erforderlichen Füll-, Entleerungs- und Sicherheitsarmaturen für den notwendigen glykolhaltigen Tauscherkreis zur Ausrüstung.

Der Plattenwärmetauscher und der Rückkühler der in Verbindung mit den BHKW-Modulen gelieferten Notkühlanlagen haben folgende technische Daten:

Notkühlanlage Plattenwärmetauscher		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Fabrikat	–	GEA	
Typ	–	M25-60	H55-80
Höhe	mm	522	
Breite	mm	115	260
Länge	mm	165	199
Gewicht	kg	12,8	53
Medium primärseitig	–	Wasser	
Medium sekundärseitig	–	EthylenGlykol 30 %	
Eintrittstemperatur primär/sekundär	°C	90/65	
Austrittstemperatur primär/sekundär	°C	70/85	
Druckverlust primär/sekundär	mbar	85,5/68	95,5/109,5
Volumenstrom primär/sekundär	m <sup>3</sup> /h	4,41/4,63	8,82/9,25

Tabelle 64 Notkühlanlage Plattenwärmetauscher

Notkühlanlage Rückkühler		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Fabrikat	–	Küba-Kältetechnik	
Typ	–	GAV N06-1x1 H	GAV N08-1x1 A
Höhe	mm	1.140	1.725
Breite	mm	1.153	1.190
Länge	mm	1.760	1.730
Gewicht	kg	142	290
Inhalt	dm <sup>3</sup>	13,2	31,5
Leistung	kW	104,2	203,3
Ventilatordurchmesser	mm	650	800

Tabelle 65 Notkühlanlage Rückkühler

Notkühlanlage Ventilatormotor		Typenreihe 2726	Typenreihe 5450
Anzahl	-	1	
Drehzahl	min <sup>-1</sup>	1.370	894 U/min
Leistungsaufnahme	W	1.470	2.290 W
Nennstrom/Frequenz	A/Hz	2,9/50	4,77/50
Schutzart	-	IP 66	
Medium primärseitig	-	EthylenGlykol 30 %	
Medium sekundärseitig	-	Luft	
Mengenstrom primär/sekundär	m <sup>3</sup> /h	4,84/14.108	9,44/18.600
Druckverlust	mbar	320	230
Eintrittstemperatur primär/sekundär	°C	85/max. 32	85/max. 32
Austrittstemperatur primär/sekundär	°C	70/max. 55,3	70/max. 66,1
Druckverlust primär/sekundär	mbar	85,5/93,6	95,5/109,5
Volumenstrom primär/sekundär	m <sup>3</sup> /h	4,41/4,63	8,82/9,25
Schallimmissionen in 10 m Entfernung	dB(A)	56	55

Tabelle 66 Notkühlanlage Ventilatormotor

## 7.5 Frisch- und Altölsammelbehälter

Der im BHKW-Modul enthaltene Ölnachfüllbehälter (s. Kap. „4.5 Schmierölversorgung“ auf Seite 51) ist von seiner Kapazität her ausreichend für das übliche Wartungsintervall. Zur Bevorratung einer ausreichenden Menge an Frischöl sowie zur Aufnahme des anfallenden Altöls werden doppelwandige Lagerbehälter mit einem Fassungsvermögen von 1.000 l angeboten. Diese bestehen aus einem Innenbehälter aus PE-HD und einem Außenbehälter aus verzinktem Stahl (jeweils dichtheitsgeprüft) und sind allgemein bauaufsichtlich für wassergefährdende Flüssigkeiten zugelassen. Zur Befüllung und Entleerung des BHKW-Moduls wird eine mobile Pumpe mit flexiblen Schläuchen eingesetzt.

## 7.6 Sondermodelle: Container-BHKW und mobiles BHKW

Sofern in bestehenden Energiezentralen kein Aufstellraum mehr verfügbar ist, kann das BHKW-Modul in Verbindung mit einem Container (Außenmaße L/B/H 5.000/3.000/3.200 mm, Innenhöhe ca. 2.800 mm) oder einer Betonfertigungszelle geliefert werden.

In Fällen eines nur saisonalem Wärmebedarfs von Liegenschaften kann der Einsatz eines mobilen BHKW-Moduls sinnvoll sein (z.B. Installation des BHKW in einem Schulgebäude während der Winter- und in einem Freibad während der Sommermonate). Zu diesem Zweck wird ein auf einem Zweiachs-Anhänger installiertes BHKW-Modul als Sondermodell angeboten. Voraussetzung für den Einsatz dieses mobilen BHKW ist eine leichte Befahrbarkeit der Energiezentralen sowie eine adäquate Gestaltung der Einbindung des BHKW an beiden Standorten.

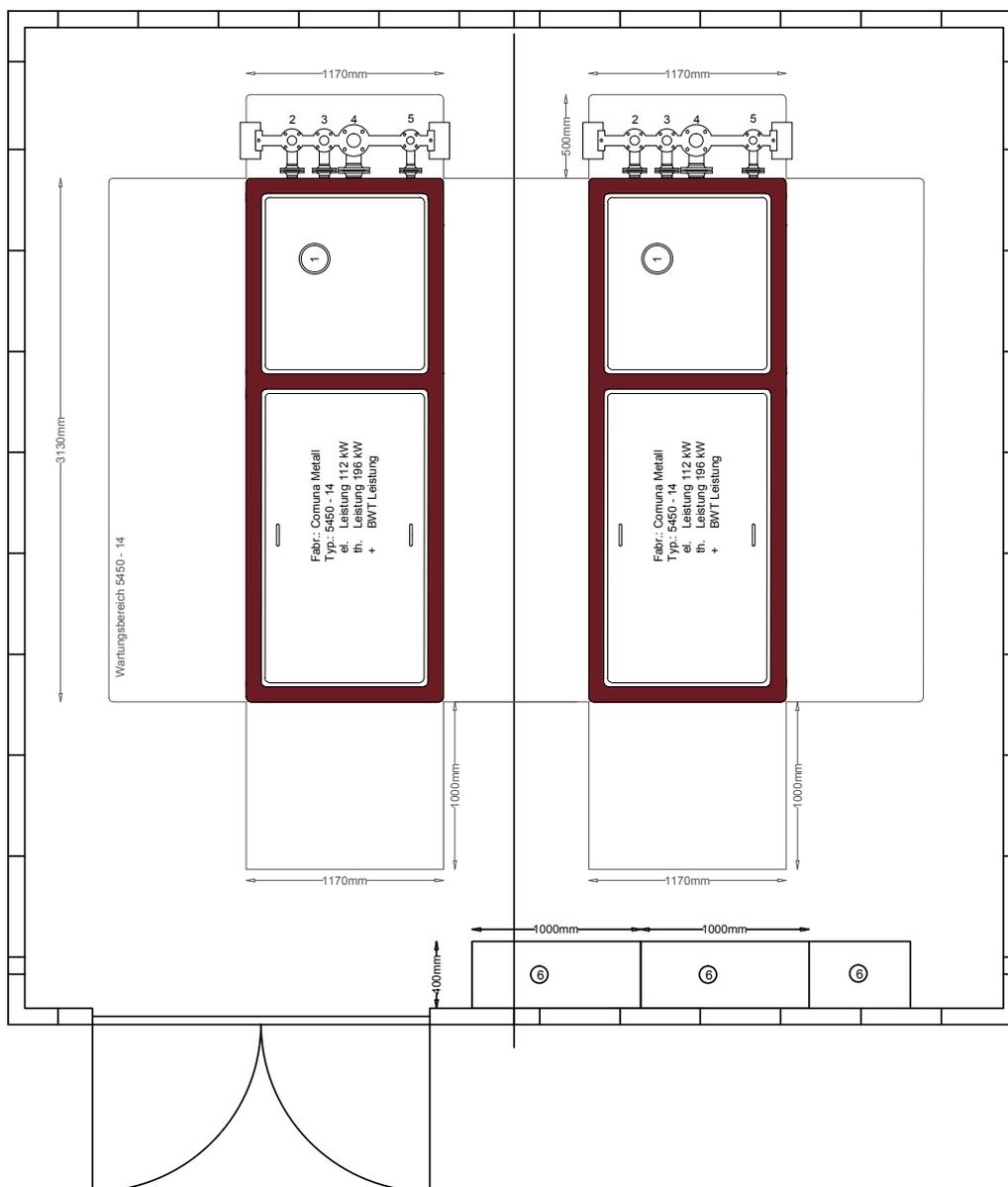


Bild 10 Sondermodell: Container-BHKW

## 7.7 Aufbereitung des Bestands-Heizungswassers

Um die geforderte Wasserqualität zu erreichen, bietet COMUNA-metall ebenfalls die Aufbereitung des Heizungswassers im Umlaufverfahren an. Dies geschieht über mit Mischbettharz gefüllte Vollentsalzungspatronen, durch die ständig eine Teilmenge des Heizungswassers geführt wird. Das Heizungswasser, das die Vollentsalzungspatronen verlässt, ist auf die benötigten Anforderungen aufbereitet. Es vermischt sich dann wieder mit dem restlichen Heizungswasser. Der Anlagenbetrieb kann während der Heizungswasseraufbereitung uneingeschränkt weiter erfolgen.

## 8 Rechtsvorschriften/Genehmigungsverfahren

Für den Einsatz der BHKW-Module sind verschiedene Rechtsvorschriften/Genehmigungsverfahren von Bedeutung, die die Betriebsgenehmigung (BlmSchG/WHG, LBO, EnWG, StromStG, technische Richtlinien (VDE)), steuerliche Vorteile (Ökosteuernbefreiung, StromStG, EnergieStG) sowie die Vergütung für den in das allgemeine Netz eingespeisten Strom (KWKG) betreffen. Im einzelnen sind dies:

**Bundesimmissionsschutzgesetz (BlmSchG):** Ein - vereinfachtes - Genehmigungsverfahren ist z. Zt. nur für BHKW-Anlagen verpflichtend, die mit Erdgas, Klärgas oder Biogas betrieben werden und eine Feuerungswärmeleistung ab 1 MW aufweisen. Bei der Beurteilung werden die Leistungen mehrerer BHKW-Module zusammengerechnet.

**Wasserhaushaltsgesetz (WHG):** Ist nur im Rahmen eines Verfahrens nach BlmSchG notwendig.

**Landesbauordnung (LBO):** Gilt jeweils länderspezifisch. In manchen Bundesländern sind Blockheizkraftwerke genehmigungsfreie bauliche Anlagen, in anderen ist eine Baugenehmigung erforderlich.

**Energiewirtschaftsgesetz (EnWG):** Gem. § 5 EnWG ist die Belieferung von Haushaltskunden mit Energie bei der Bundesnetzagentur (Regulierungsbehörde) anzeigepflichtig, soweit es sich nicht um Haushaltskunden innerhalb einer Kundenanlage oder eines geschlossenen Verteilernetzes handelt.

**Marktstammdatenregister:** Betreiber von KWK-Anlagen müssen sich selbst und die KWK-Anlage im Marktstammdatenregister gem. § 111e/f des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) registrieren. Die Meldung muss spätestens einen Monat nach Inbetriebnahme erfolgen, damit es nicht zu finanziellen Einbußen für den Anlagenbetreiber (z.B. bei der Förderung gem. Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz bzw. Erneuerbare Energien Gesetz) kommt.

**Netzanschluss:** Alle Typen erfüllen die Voraussetzungen für den Betrieb gemäß VDE-AR N 4105:2018-11.

**Stromsteuergesetz (StromStG):** Eine generelle Steuerfreiheit des durch das BHKW-Modul erzeugten Stroms (Regelsteuersatz: 2,05 Ct/kWh) gilt insoweit, als der Strom der dezentralen Versorgung von Liegenschaften im räumlichen Zusammenhang zur BHKW-Anlage dient (§ 9 StromStG). Sofern ein Betreiber eines BHKW-Moduls erstmals Stromversorger wird (d.h. erstmals Strom für die Versorgung von Kunden über ein örtliches Verteilungsnetz liefert), muss er eine Erlaubnis zur Aufnahme der Stromlieferung (§ 4 StromStG) beim zuständigen Hauptzollamt beantragen.

**Energiesteuergesetz (EnergieStG):** Durch einen entsprechenden Antrag an die Zollbehörden gem. §§ 53a EnergieStG kann das eingesetzte Erdgas vollständig (5,50 €/MWh) oder größtenteils (in Höhe von 4,42 €/MWh) von der Energiesteuer entlastet werden. Eine vollständige Entlastung hat zur Voraussetzung, dass das BHKW-Modul sich noch innerhalb des einkommensteuerrechtlichen Abschreibungszeitraums befindet, einen Brennstoffnutzungsgrad von 70 % erreicht und ein Nachweis der Hocheffizienz gem. Richtlinie 2012/27/EU vom 25.10.12 vorgelegt werden kann.

**Kehr- und Überprüfungsordnung (Schornsteinfeger):** Die Abnahme von Anlagen zur Abführung von Verbrennungsgasen von BHKW-Modulen ist landesrechtlich geregelt. Dicht geschweißte BHKW-Abgasleitungen sind gem. § 1 (3) Nr. 5 der bundesweit gültigen Kehr- und Überprüfungsordnung (KÜO) von der Kehr- und Überprüfungs-pflicht ausgenommen. Eine genauere Orientierung bieten die entsprechenden Informations- und Schulungshefte der Schornsteinfegerverbände.

**Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz:** Strom aus bis zum 31.12.2025 in Dauerbetrieb genommenen hocheffizienten Anlagen zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme (Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen/KWK-Anlagen) wird durch den jeweiligen Netzbetreiber zeitlich befristet wie folgt vergütet:

- **Vergütung für den eingespeisten Strom:** Generell sind die Stromnetzbetreiber bei Anlagen bis zu einer elektrischen Leistung von 50 kW sowie zeitlich begrenzt bei Anlagen bis 100 kW elektrischer Leistung verpflichtet, den in das allgemeine Netz eingespeisten KWK-Strom abzunehmen und für ihn den üblichen Preis zu zahlen, der nach dem durchschnittlichen Quartals-Börsenpreis für Grundlaststrom an der Leipziger Strombörse EEX zu ermitteln ist (Bemessungsgrundlage ist das jeweils voran gegangene Quartal). Hinzuzurechnen sind die durch die dezentrale Einspeisung der BHKW vermiedenen Netznutzungsentgelte. Neuanlagen mit einer elektrischen Leistung von mehr als 100 kW müssen den eingespeisten Strom selbst direkt vermarkten.
- **Preiszuschläge für Neu-, Ersatz- und modernisierte Anlagen:** Für den KWK-Strom werden gem. nachstehender Tabelle differenzierte KWK-Zuschläge je nach Anlagenleistung und Nutzungsart (Eigenstromnutzung/Netzeinspeisung) gezahlt. Die Förderdauer liegt zwischen 60.000 (Neu-/Ersatzanlagen bis 50 kW elektrischer Leistung), 30.000 (Anlagen mit mehr als 50 kW elektrischer Leistung) oder 15.000 Vollbetriebsstunden (bestimmte modernisierte Anlagen).

Leistungsklasse in kW <sub>el</sub>		KWKG 2016					Dauer der Förderung/ Vollbenutzungsstunden (Neuanlagen)	
		(ct/kWh; jeweils gleitende Regelung, d.h. bis zum jeweiligen Leistungsanteil)						
		Eigengenutzter KWK-Strom			Stromlieferung an Letztverbraucher in Kundenanlage oder geschlossenem Verteilernetz	In das Netz der allg. Versorgung eingespeister KWK-Strom (Erhöhung jeweils um 0,6 ct/kWh bei KWK-Strom zum Ersatz von Stein- oder Braunkohle-KWK-Strom)		
Objektversorgung	Stromkosten-intensive Industrie	Industriezweig nach EEG Anl. 4 (wenn VO erlassen)						
≤ 50	4,0	5,41	1. Gesamtkosten > Marktpreis 2. Zuschlag ≤ (Gesamterzeugungskosten - Marktpreis)	4,0	8,0	60.000		
>50 bis ≤100	3,0	4,0		3,0	6,0	30.000		
>100 bis ≤250	0			2,4	2,0		5,0	
>250 bis ≤2000		1,8		1,5	4,4			
> 2000		1,8		1,0	3,1			
TEHG-Anlagen* <sup>1</sup>		2,1		1,3	3,4			

\*1 Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz

Tabelle 67 KWK-Zuschläge KWKG 2016

- Grundlegende Voraussetzung für die Zahlung der KWK-Zuschläge ist eine Zulassung als KWK-Anlage. Der entsprechende Zulassungsantrag muss Angaben zum Anlagenbetreiber, zur Aufnahme des Dauerbetriebes, zum Anschluss an das allgemeine Versorgungsnetz sowie zu den Leistungswerten der Anlage (Hocheffizienz) enthalten. Zuständige Stelle für Zulassung und für Nachweise ist das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).

---

**Erneuerbare Energien Gesetz:** Sofern das BHKW-Modul mit biogenen Gasen (z.B. Klärgas, Biogas) betrieben wird, sind die jeweiligen Netzbetreiber verpflichtet, den in das allgemeine Netz eingespeisten Strom aus ab dem Jahre 01.08.2014 in Betrieb genommenen Anlagen nach folgenden Regelungen zu vergüten:

- 6,49 ct/kWh für Strom aus Klärgas-BHKW bis zu einer elektrischen Leistung von 500 kW;
- 13,32 ct/kWh für Strom aus Biogas-BHKW bis zu einer elektrischen Leistung von 150 kW gem. § 42 EEG (Einsatzstoff Biomasse nach der Biomasse-Verordnung), bei höheren elektrischen Leistungen ab 500 kW<sub>el</sub> erfolgt eine Reduzierung der Vergütung;
- 14,88 ct/kWh für Strom aus Biogas-BHKW bis zu einer elektrischen Leistung von 500 kW gem. § 43 EEG (Einsatzstoff Biogas aus der anaeroben Vergärung von Biomasse gem. Biomasse-Verordnung mit einem Anteil getrennt erfasster Bioabfälle);
- 23,14 ct/kWh für Strom aus Biogas-BHKW bis zu einer elektrischen Leistung von 75 kW gem. § 44 EEG (Einsatzstoff Biogas aus der anaeroben Vergärung von Biomasse gem. Biomasse-Verordnung, Gülleanteil ohne Geflügelmist/-trockenkot mindestens 80 % im Kalenderjahr), sofern der Strom am Standort der Biogasanlage erzeugt wird.
- Gem § 44b (1) EEG wird aus Biogas-BHKW-Anlagen mit einer elektrischen Leistung von mehr als 100 kW gewonnener Strom nur zu 50 % nach den o. g. Sätzen vergütet; für den restlichen Strom wird maximal der Marktwert nach Anlage 1 EEG 2017 gezahlt.

Die o. g. Vergütungssätze gelten für einen Zeitraum von 20 Jahren (zzgl. Inbetriebnahmejahr) und werden um jeweils 1,5 %/Jahr (für die ab dem Jahre 2018 in Betrieb genommenen Klärgas-Anlagen) bzw. 0,5 % zum 01.04. bzw. 01.10. eines Jahres (für die ab 01.04.2017 in Betrieb genommenen Biomasse-Anlagen) abgesenkt.

Für alle KWK-Anlagen gelten die Regelungen des Erneuerbare Energien Gesetzes zur EEG-Umlage für eigenerzeugten und selbstgenutzten Strom (§ 61ff.). Danach beträgt die EEG-Umlage 40 % des Regelsatzes für Neuanlagen und 20 % des Regelsatzes für erneuerte Bestandsanlagen.

## 9 Wartung, Instandhaltung, Betriebsführung

---

Damit BHKW-Anlagen eine hohe Verfügbarkeit erreichen und damit wirtschaftlich betrieben werden, ist eine sorgfältige Instandhaltung aller Anlagenteile erforderlich. Dafür fehlt Betreibern von BHKW-Anlagen in der Regel das notwendige fachlich geeignete Personal.

Vor diesem Hintergrund hat COMUNA-metall mit fast allen Betreibern der BHKW-Module langfristige Wartungs- und Instandhaltungsverträge (Vollwartungsverträge, Muster s. 10.9 Anlage I) abgeschlossen. Im Rahmen dieser Verträge übernimmt COMUNA-metall praktisch die gesamte Betriebsführung der - für einen aufsichtsfreien Betrieb ausgelegten - BHKW-Module. Dies umfasst neben der allgemeinen Inspektion, Pflege und Wartung die Bereitstellung und den Austausch von Ersatz- und Verschleißteilen sowie von Betriebsmitteln (z.B. Schmieröl), die Durchführung von Reparaturen, die Beseitigung von Betriebsstörungen bis hin zur Entsorgung verbrauchter Betriebsmittel und ausgebauter Teile. Dem Auftraggeber verbleibt dann nur noch die Bereitstellung der notwendigen Primärenergie für den Betrieb der Anlage.

Die Vergütung der erbrachten vertraglichen Leistungen ist abhängig von der Menge der von der BHKW-Anlage erzeugten elektrischen Arbeit (kWh) oder von den geleisteten Betriebsstunden (Bh). Der genaue Tarif hängt von der Region, der Anzahl der BHKW-Module in der betreffenden Anlage sowie der Anzahl der bei einem Kunden installierten BHKW-Module ab. Tarifänderungen sind während der Laufzeit des Vertrages nur über eine Preisgleitklausel möglich, durch die

unvermeidliche Personal- und Sachkostensteigerungen aufgefangen werden können. Der Vertrag wird für eine Laufzeit von zehn Jahren abgeschlossen. Er kann um weitere zehn Jahre zu demselben Tarif (unter Berücksichtigung der Preisgleitklausel) verlängert werden. Voraussetzung dafür ist eine einmalige Sonderzahlung für die Kosten einer grundlegenden Überholung oder Modernisierung der Anlage. Die vier wesentlichen Vorteile dieses Vertrages sind:

- **Kalkulierbare Betriebskosten**

Der Vertrag ermöglicht dem Betreiber durch seinen an die Stromerzeugung der BHKW-Anlage gekoppelten Tarif eine langfristige Kalkulation der anfallenden Betriebskosten und damit gesicherte Aussagen über die Wirtschaftlichkeit der Anlage. Preiserhöhungen fallen ausschließlich im Rahmen einer Preisgleitklausel an, die sich an der Entwicklung der Lohn- und Materialkosten orientiert.

- **Qualifiziertes Personal**

COMUNA-metall betreut z. Zt. über 1.200 BHKW-Module der Typenreihen 2725 (ausgelaufen), 2726 und 5450. Deshalb steht hochqualifiziertes, langjährig in Wartung und Instandhaltung dieser Anlagen erfahrenes Personal bereit, das mit geeigneten modernen Prüf- und Messinstrumenten ausgerüstet ist. Entsprechend spezialisiertes, insbesondere auch im Umgang mit elektronischen Steuerungen geübtes Personal ist im Regelfall bei den Kunden nicht verfügbar. Aufgrund der wachsenden Zahl der installierten Anlagen sowie der zentralen Organisation des Personaleinsatzes ist zudem bei Betriebsstörungen nur mit geringen Wartezeiten und entsprechend kurzen Stillstandszeiten der Anlagen zu rechnen.

- **Kostengünstiger Materialeinkauf**

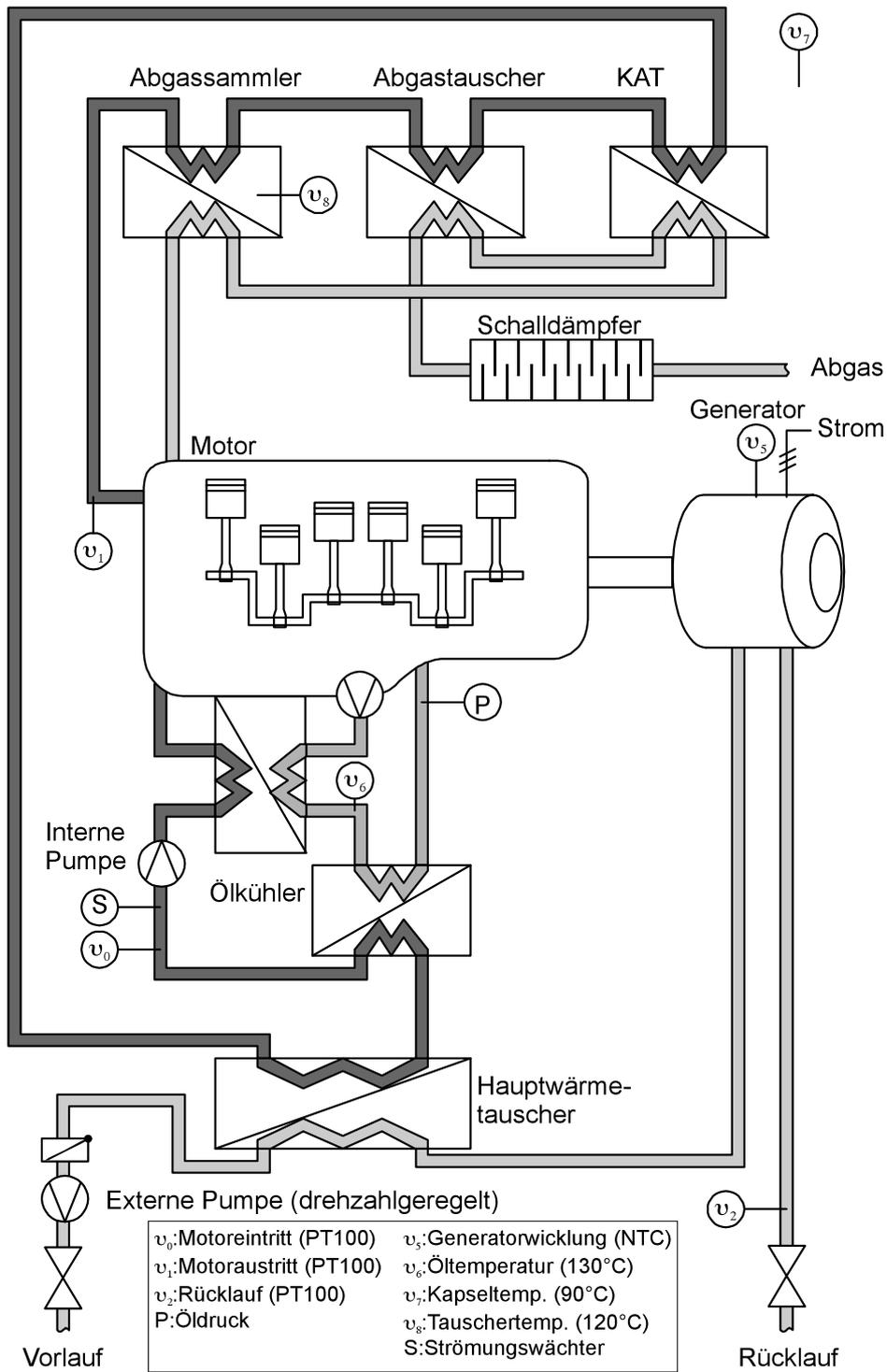
Aufgrund der hohen und weiter steigenden Zahl der installierten und betreuten Anlagen können Verschleiß- und Ersatzteile sowie Hilfs- und Betriebsstoffe in großen Stückzahlen bzw. Mengen und damit erheblich kostengünstiger eingekauft werden, als dies Betreibern mit einer oder wenigen Anlagen möglich wäre. Dieser Preisvorteil wird an die Endkunden über den Vollwahrungstarif weitergegeben. Dies ist nicht zuletzt deswegen auch von Bedeutung, weil die Materialkosten erfahrungsgemäß einen bedeutsamen Teil der Wartungskosten ausmachen.

- **Kontinuierliche Anlagenmodernisierung**

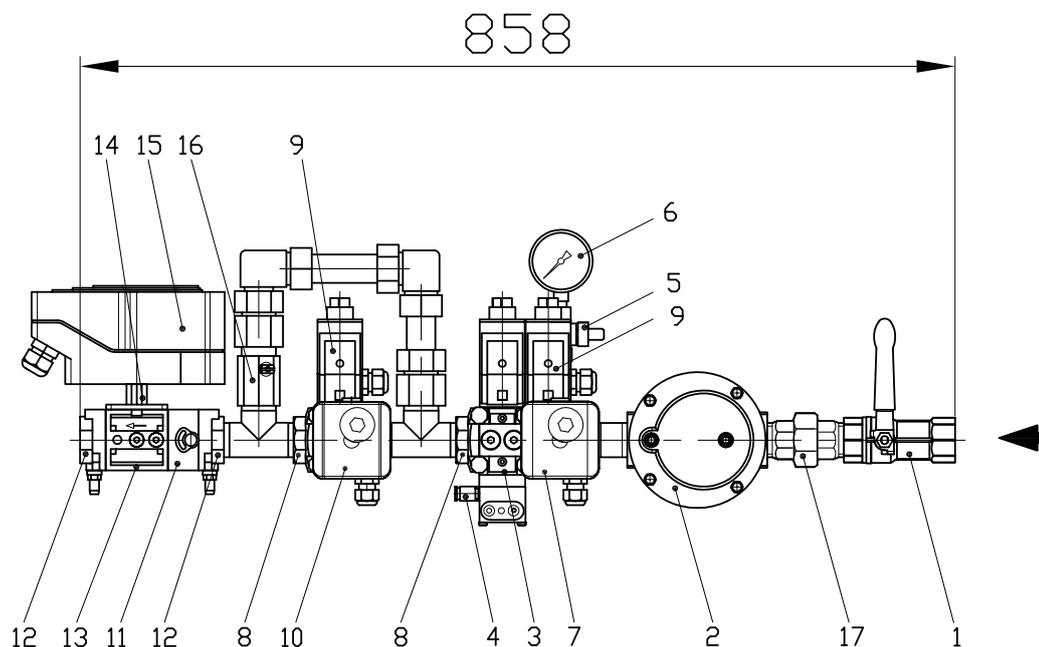
Durch die Gestaltung des Vollwahrungstarifs, der sich nicht am Sach- und Personalaufwand für die BHKW-Anlage (Kosten der Ersatzteile, Zahl der Arbeitsstunden usw.), sondern am Ergebnis der Bemühungen (einer störungsfrei funktionierenden Maschine bzw. der Menge der erzeugten elektrischen Energie) orientiert, hat COMUNA-metall einen Anreiz, einen reibungslosen Betrieb der Anlage sicherzustellen. Technische Verbesserungen werden sobald wie möglich auch auf bereits installierte Anlagen übertragen, da sie im Regelfalle eine Verringerung des Sach- und Personalaufwandes mit sich bringen.

# 10 Anhang

## 10.1 Anlage A: Modulhydraulik (Typenreihe 2726)

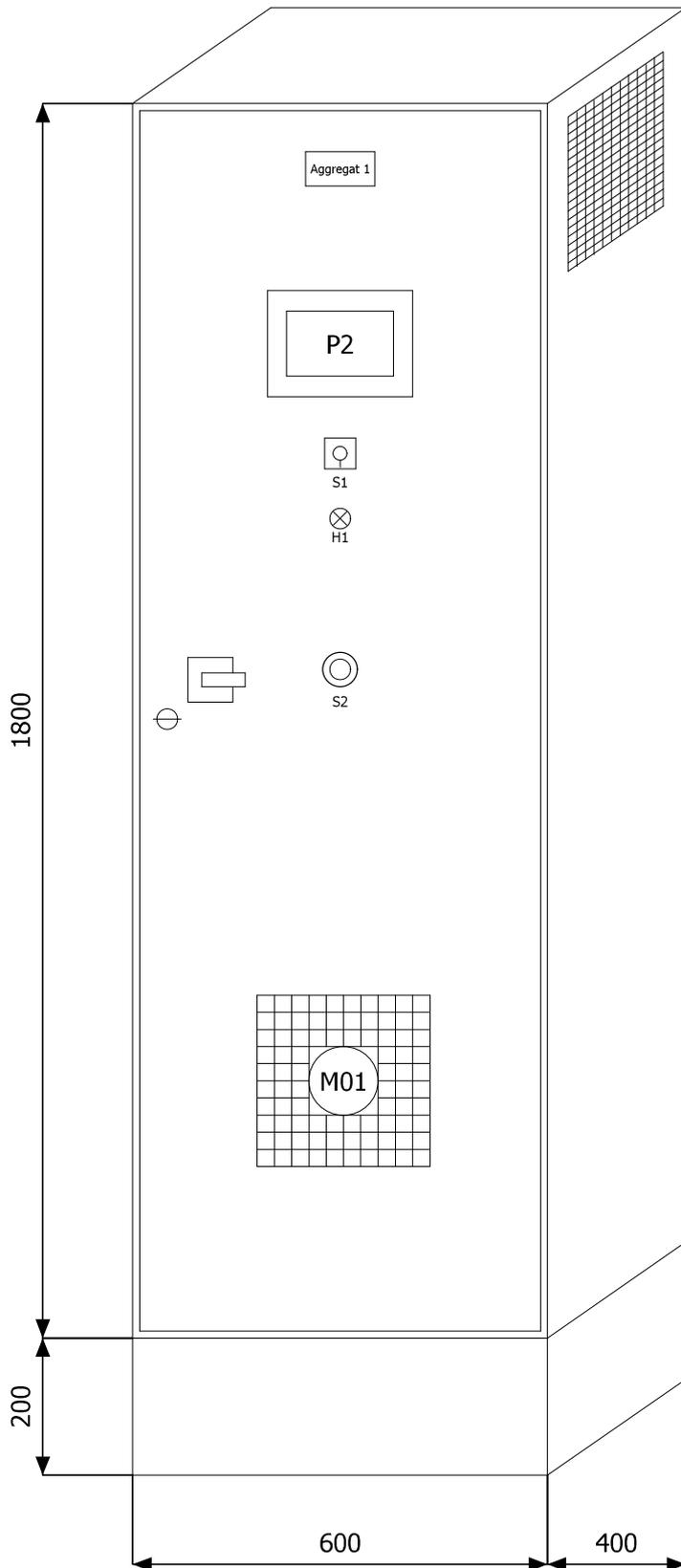


## 10.2 Anlage B: Gasregelstrecke (Typenreihe 2726)



Nr.	Elemente der Gasregelstrecke	Fabrikat und Typenbezeichnung
1	Kugelhahn mit TAE	Fabr. Kromschröder, Typ AKT 25R10TAS
2	Gasfilter	Fabr. Kromschröder, Typ GFK 25R10-6
3	Magnetventil mit Gleichdruckregler	Fabr. Kromschröder, Typ VAS 125R+VAD
4	Steckverschraubung	Fabr. Festo, Typ 1/8 x8
5	Druckknopfahn	Fabr. Kromschröder, Typ DH 8R50 Rp 1/4 Ms
6	Kapselfedermanometer	Fabr. Kromschröder, Typ KFM 250RB63 0 bis 250 mbar RP 1/4
7	Gas-Druckwächter	Fabr. Kromschröder, Typ DG 50UG-3 RP 1/4 Einstellbereich 2,5 bis 50 mbar
8	Flanschset	Fabr. Kromschröder, Typ VA1/LFC1
9	Magnetventil	Fabr. Kromschröder, Typ VAS 125R/NW
10	Gas-Unterdruckwächter	Fabr. Kromschröder, Typ DG 18IG-3 RP 1/4 Einstellbereich -2 bis -18 mbar (Unterdruck)
11	Drosselbaustein zur Durchsatzeinstellung	Fabr. Kromschröder, Typ BV 125ML05
12	Anschlussflansch	Fabr. Kromschröder, Typ FL 125RP1
13	Linearstellglied zur Lambdaregelung	Fabr. Kromschröder, Typ IC LFC 120ML05Z
14	Befestigungsset	Fabr. Kromschröder, Typ IC BVA/G/H/LFC/B
15	Stellantrieb	Fabr. Kromschröder, Typ IC 20-60W3T
16	Kugelhahn zur Durchsatzeinstellung	Fabr. Broen, Typ Ballofix
17	Verschraubung	R1 " verzinkt

### 10.3 Anlage C: Abbildung Schaltanlage (Typ 2726-02)



#### Aggregat 1

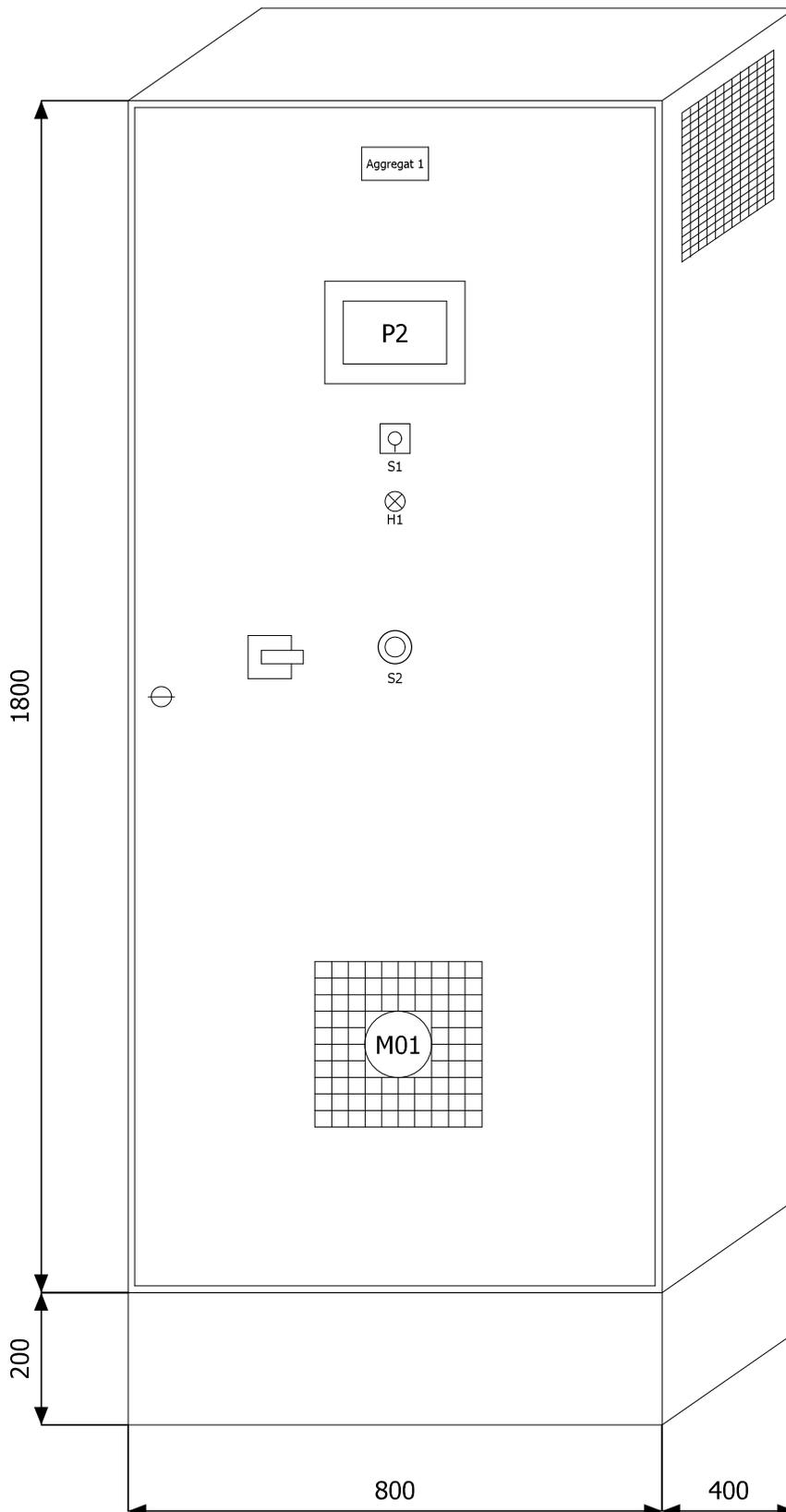
P2 = Bedienpanel

S1 = Vorwahl Hand / 0 / Automatik

S2 = Maschine Stop

H1 = GN/RT Betrieb/Störung

### 10.4 Anlage D: Abbildung Schaltanlage (Typen 2726-02/5450-03/5450-13/5450-04/5450-14)



#### Aggregat 1

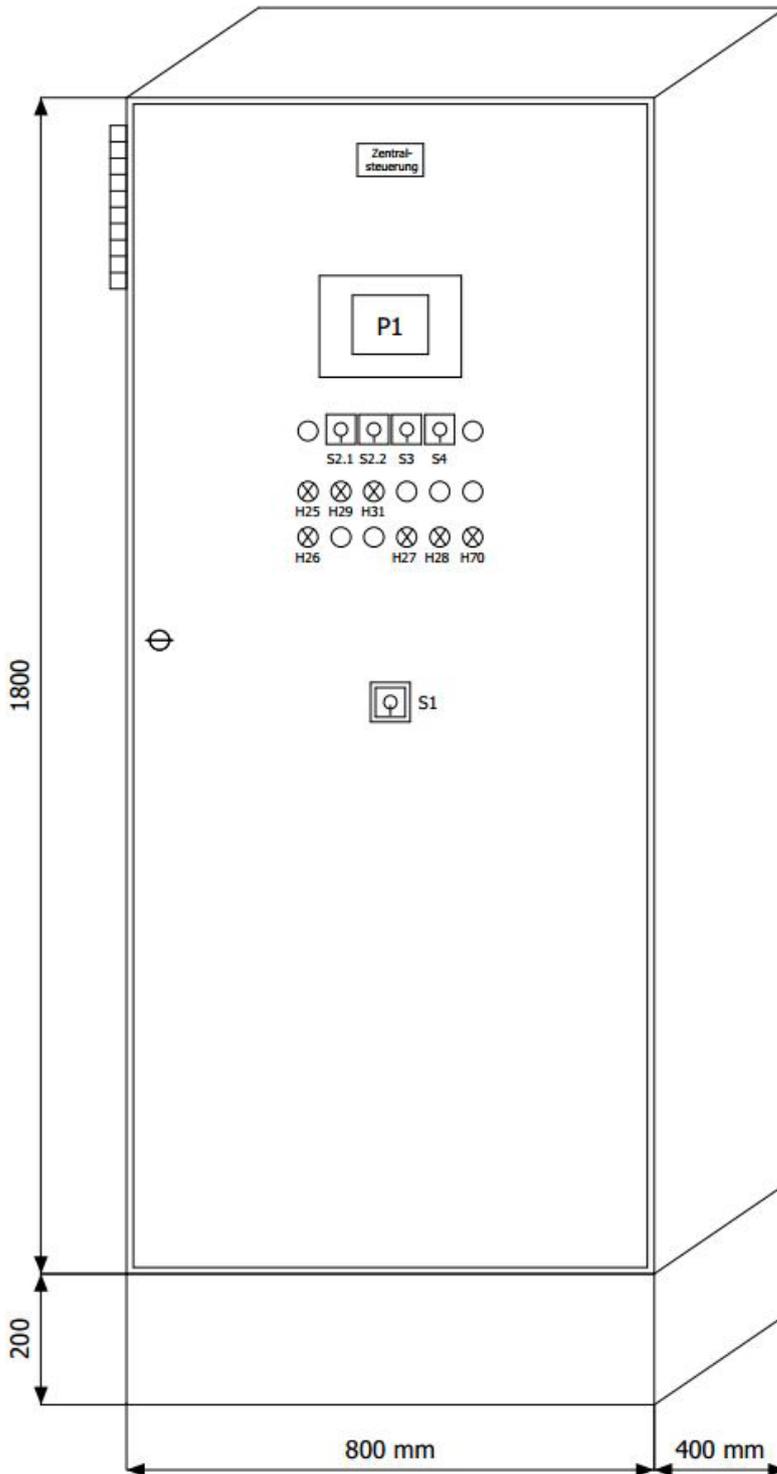
P2 = Bedienpanel

S1 = Vorwahl Hand / 0 / Automatik

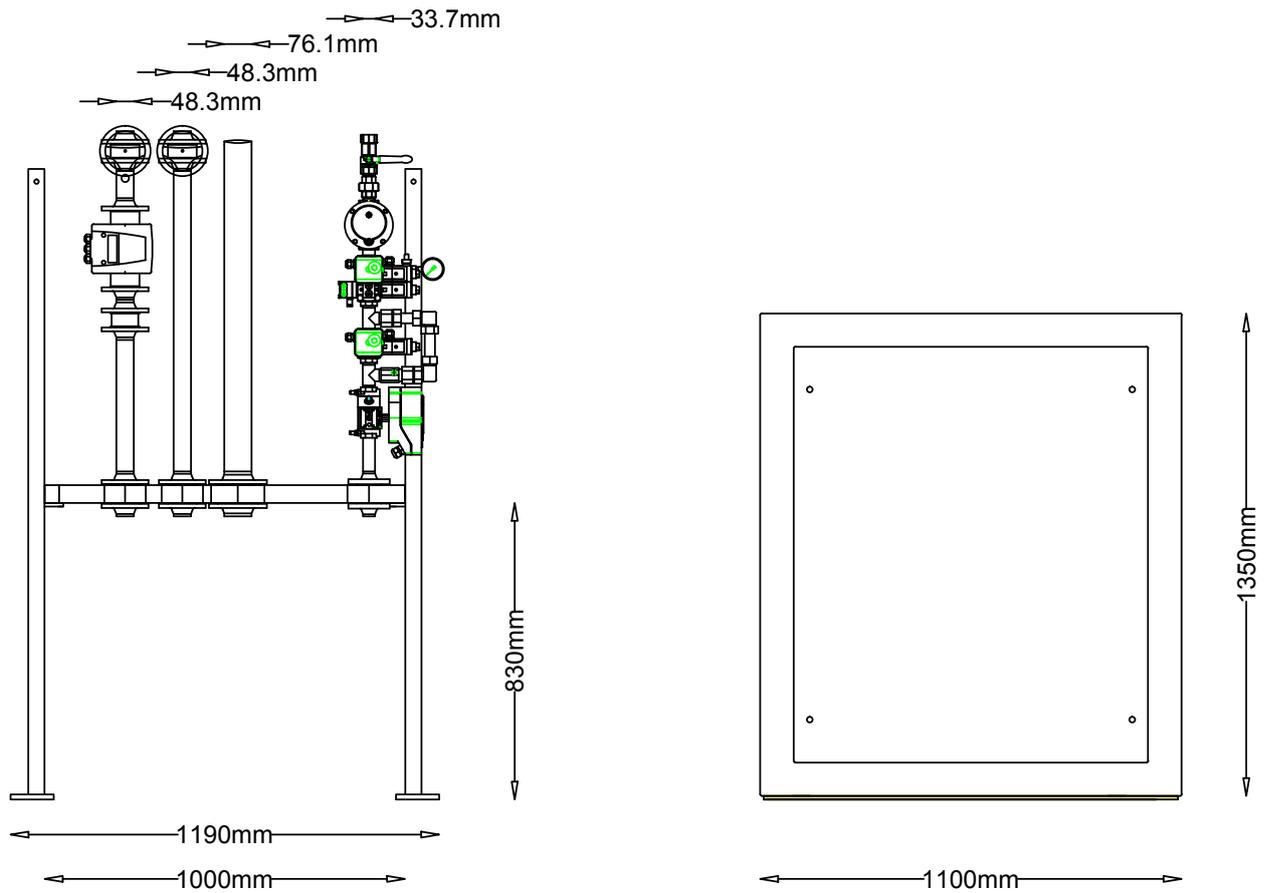
S2 = Maschine Stop

H1 = GN/RT Betrieb/Störung

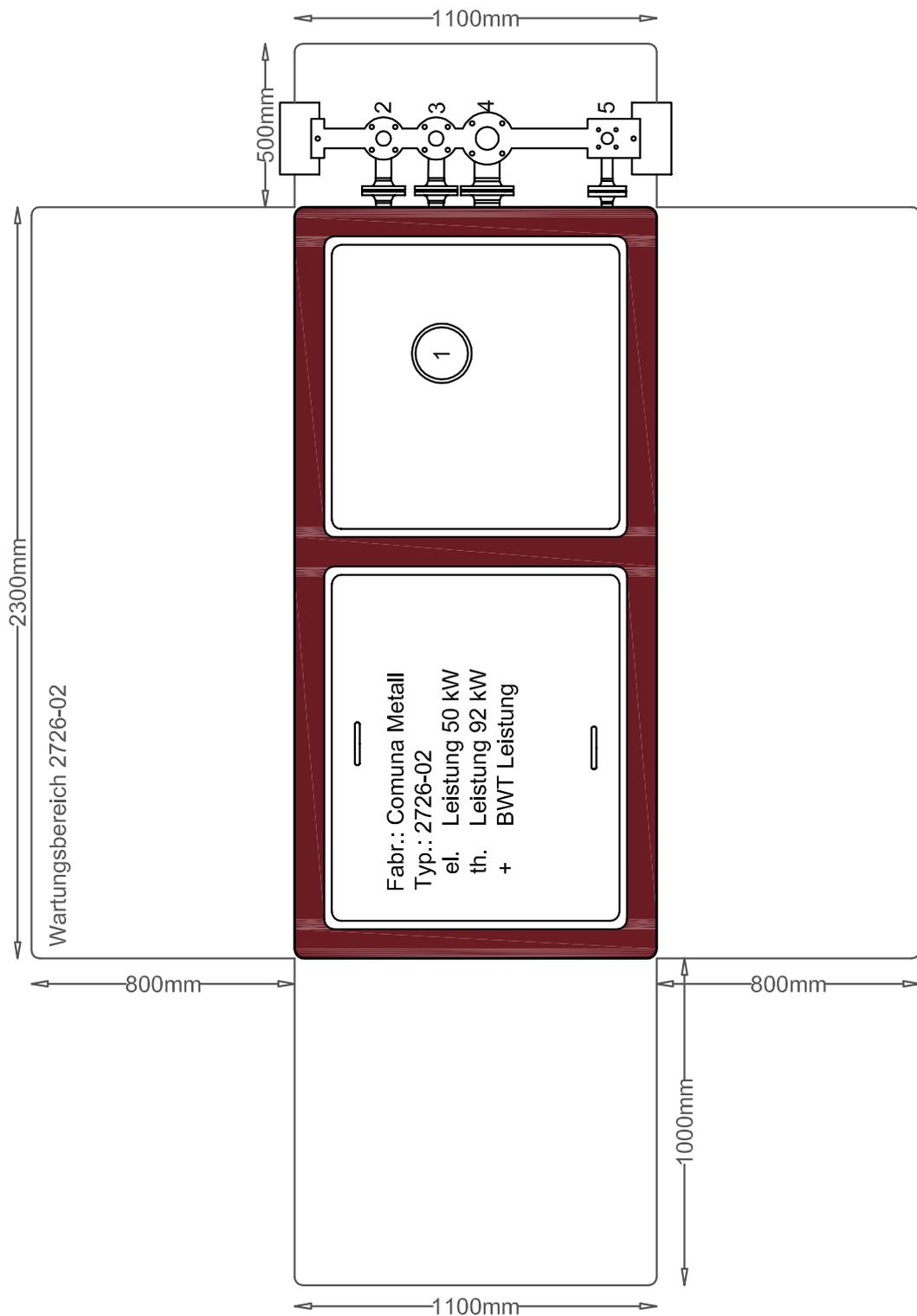
### 10.5 Anlage E: Abbildung Zentralsteuerung

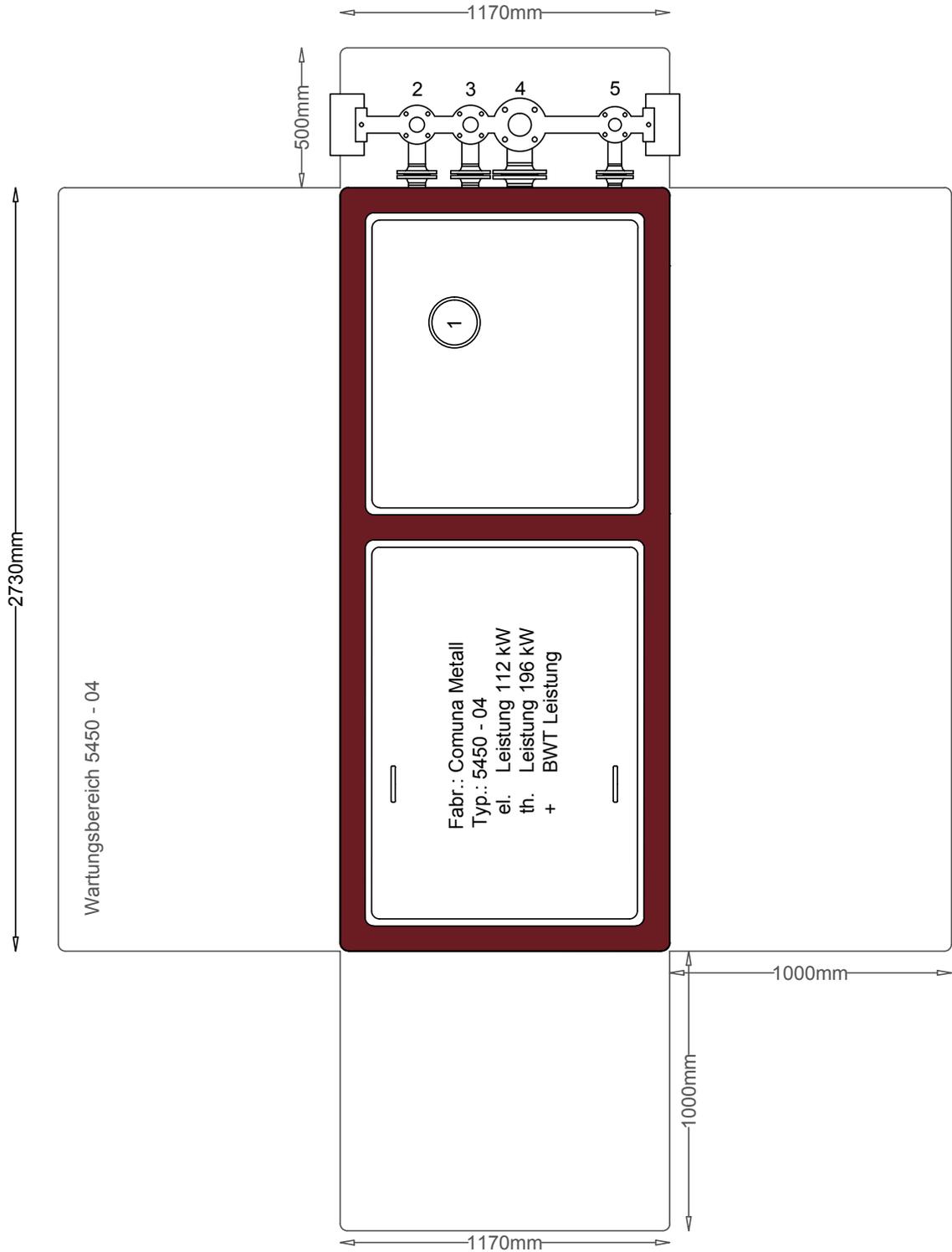


## 10.6 Anlage F: Anschlüsse und Beistellmaterial (Typenreihe 2726)

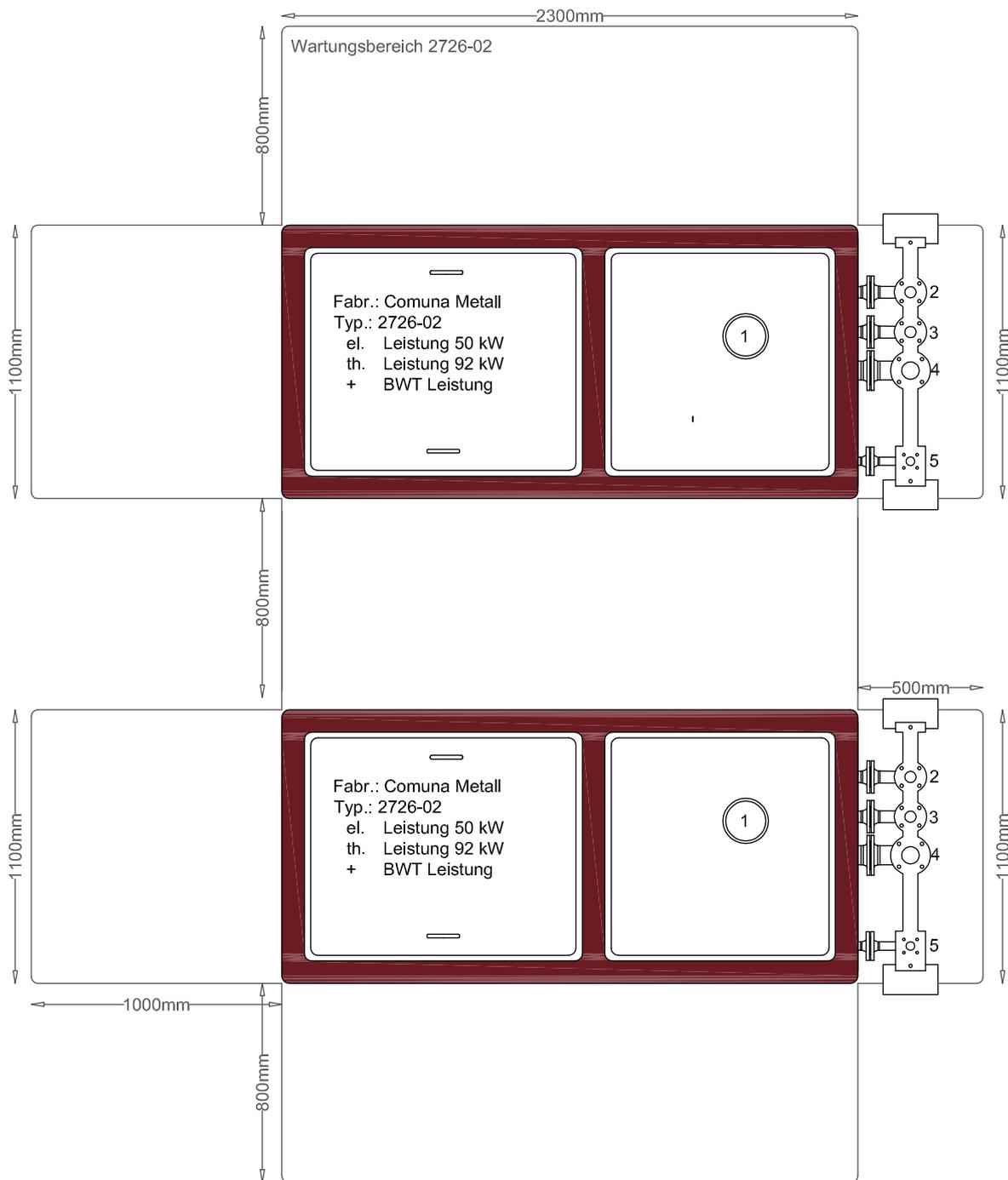


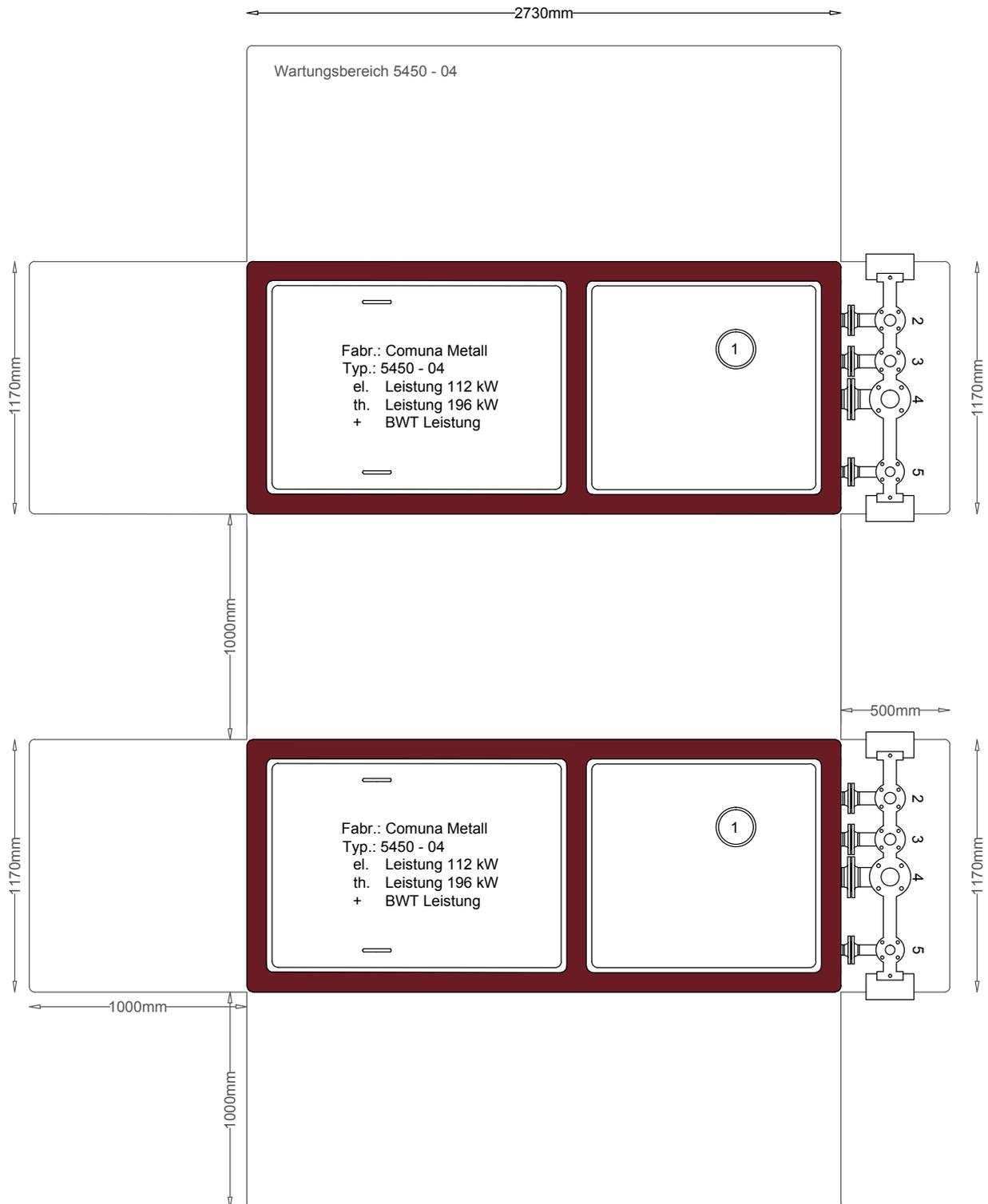
### 10.7 Anlage G: Aufstellungsbeispiele für Einmodulanlagen





### 10.8 Anlage H: Aufstellungsbeispiele für Mehrmodulanlagen





## 10.9 Anlage I: Vollwartungsvertrag



Seite 1 – Wartungs- und Instandhaltungsvertrag

### Wartungs- und Instandhaltungsvertrag

Zwischen

---



---



---

- im folgenden Auftraggeber genannt -

und der Firma:

COMUNA-metall  
 Vorrichtungs- und Maschinenbau GmbH  
 Südstr.7  
 32130 Enger

- im folgenden COMUNA-metall genannt -

wird folgender Wartungs- und Instandhaltungsvertrag geschlossen:

Die COMUNA-metall verpflichtet sich zur Wartung und Instandhaltung des gelieferten Blockheizkraftwerks

---

Liegenschaft/Ort

---

Zahl/Typ der Module

nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen:

#### 1. Umfang der Leistungen

Die Leistungen der COMUNA-metall bestehen aus:

- Beseitigung von Störungen
- Reparaturen
- Bereitstellung und Austausch von Ersatz- und Verschleißteilen
- Bereitstellung von Betriebsmitteln (z. B. Schmieröl, nicht: Primärenergie)
- Inspektion, Pflege und Wartung
- Softwarepflege der Steuerungsprogramme
- Entsorgung verbrauchter Betriebsmittel und ausgebaute Teile.

Leistungsgegenstand sind der Standard-Lieferumfang des BHKW-Moduls inkl. der gesamten Schaltanlage<sup>1</sup>.

Der Auftraggeber teilt COMUNA-metall rechtzeitig den Stand der Betriebsstunden bzw. die Notwendigkeit der Durchführung von Regelwartungsarbeiten mit. Zudem zeigt er eine Störung der Anlage COMUNA-metall unverzüglich an. Diese Informationspflichten des Auftraggebers können auch durch eine dafür geeignete, funktionsfähige Fernüberwachung der Anlage erfüllt werden. Für weitergehende Schäden, die durch verspätete Anzeige oder durch mangelhafte Erfüllung der Pflichten des Auftraggebers eintreten, übernimmt COMUNA-metall keine Haftung.

COMUNA-metall verpflichtet sich, eine Betriebsstörung innerhalb von drei Arbeitstagen nach Meldung zu beheben.

Die Frist zur Störungsbeseitigung verlängert sich angemessen bei Ereignissen höherer Gewalt sowie bei Eintritt unvorhergesehener Hindernisse, die COMUNA-metall nicht zu vertreten hat, soweit sie für die Instandsetzungsarbeiten von erheblichem Einfluss sind. Dies gilt auch dann, wenn ein solches Ereignis beim Zulieferer der Ersatzteile oder während eines bereits vorliegenden Verzuges eintritt. COMUNA-metall teilt dem Auftraggeber das Bestehen solcher Hindernisse unverzüglich mit.

<sup>1</sup> s. Anlagenbeschreibung in der jeweils aktuellen Fassung.

Im Falle einer von COMUNA-metall zu vertretenden Verzögerung kann der Auftraggeber eine Verzugsentschädigung fordern. Die Verzugsentschädigung beträgt pro Tag € 110.

## 2. Obliegenheiten des Auftraggebers

Der Auftraggeber hat COMUNA-metall jederzeit die erforderliche Zeit und Gelegenheit zur Durchführung der Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten zu geben. Damit diese Arbeiten jederzeit und auch kurzfristig durchgeführt werden können, hat der Auftraggeber die ungehinderte Zugänglichkeit der Anlage für den Service auch für größere Instandhaltungsarbeiten (z.B. Motor austausch) zu jeder Tages- und Nachtzeit sicherzustellen.

Der Auftraggeber stellt COMUNA-metall für die Durchführung von Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten kostenlos zur Verfügung:

- Stellplatz für ein Servicefahrzeug an den Anlagenräumen für die Zeit der Servicearbeiten
- Schlüssel für die Anlagenräume inkl. Genehmigung für die Anbringung eines Schließzylinders im Eingangsbereich des Gebäudes
- Wasser, ggf. Heizungswasser (in der erforderlichen Qualität gem. technischer Beschreibung), Strom, IP-Anschluss zur Installation einer Fernüberwachung<sup>2</sup>.

## 3. Haftung

Für Schäden an der Anlage haftet COMUNA-metall nur insoweit, als sie trotz ordnungsgemäßer Bedienung der Anlage entstanden sind. Für sonstige Schäden durch ihre MitarbeiterInnen haftet COMUNA-metall, soweit gesetzlich zulässig, nur im Rahmen der abgeschlossenen Haftpflichtversicherung.

COMUNA-metall schließt hierfür eine Haftpflichtversicherung mit folgenden Deckungssummen ab:

<sup>2</sup> Der IP-Anschluss muss einen permanent verfügbaren Zugang zum Internet ermöglichen, der nach Absprache auf die für die Fernüberwachung notwendigen Funktionen eingeschränkt werden kann. Eine Nutzung kundeneigener Tunnelinfrastrukturen ist aus technischen Gründen nicht möglich. Bei einem IP-Anschluss über Mobilfunk muss eine ausreichende Netzabdeckung des Netzbetreibers sichergestellt sein, so dass jederzeit eine kontinuierliche Verbindung zwischen Fernüberwachungszentrale und Anlage gewährleistet ist.

Personenschäden € 2.000.000,-

Sach- und Vermögensschäden € 2.000.000,-

Die Haftung von COMUNA-metall für Folgeschäden wie Produktionsausfall und entgangener Gewinn ist ausgeschlossen.

## 4. Preise

Für Leistungen im Rahmen dieser Vereinbarung berechnet COMUNA-metall (Preise jeweils netto, zzgl. jeweils gültiger gesetzlicher Mehrwertsteuer):

- Betrieb mit Erdgas: \_\_\_ ct je erzeugter elektrischer Kilowattstunde.<sup>3</sup>
- Betrieb mit Klär- oder Biogasen: \_\_\_ € je Modul-Betriebsstunde.

Die Mengenermittlung erfolgt über die Messung in der BHKW-Schaltanlage (Strommengen- bzw. Betriebsstundenanzeige im Steuerungs-Display).

Diese Preise setzen voraus, dass der Auftraggeber seinen Obliegenheiten gem. Nr. 2 des Vertrages nachkommt. Bei fehlendem Schlüssel/Schließzylinder bzw. nicht kontinuierlich verfügbarem IP-Anschluss erhöhen sich die Preise um jeweils 10 %.

## 5. Preisanpassung

Den Preisen liegen die geltenden Tarife des Metallhandwerks NRW und die vom Statistischen Bundesamt veröffentlichten Preise für Verbrennungsmotoren/Turbinen bzw. Schmieröle zugrunde (Stand Januar \_\_\_\_). Ändern sich diese gegenüber dem vorgenannten Ausgangsstand, so ist COMUNA-metall berechtigt, den Preis entsprechend nachfolgender Formel anzupassen:

Neuer Preis = alter Preis x F

$F = (0,7 \times \text{Tariflohn neu/alt}) + (0,2 \times \text{Preisindex für Verbrennungsmotoren und Turbinen neu/alt}) + (0,1 \times \text{Preisindex für Schmieröle neu/alt})$

Tariflohnbemessungsgrundlage:

<sup>3</sup> Bei einem Teillastbetriebsanteil von mehr als 10 % kann COMUNA-metall auch zum Betriebsstundenpreis (= Kilowattstundenpreis multipliziert mit der Nennleistung der Anlage) abrechnen.

Tariflicher Stundenlohn für einen im Zeitlohn beschäftigten Facharbeiter des Metallhandwerks Nordrhein-Westfalen (Lohngruppe 5) zuzüglich gesetzlicher und tariflicher Leistungen, auch wenn sie nicht nach der Arbeitszeit bemessen werden.

Materialpreisbemessungsgrundlage:

Preisindex für Verbrennungsmotoren und Turbinen/Schmieröle gemäß Veröffentlichung in der Fachserie 17, Reihe 2 "Preise und Preisindizes für gewerbliche Produkte (Erzeugerpreise)" des Statistischen Bundesamtes Wiesbaden.

## **6. Vertragsdauer**

Die Laufzeit des Vertrages beginnt mit Inbetriebnahme und beträgt zehn Jahre.

Nach dessen Ablauf wird der Vertrag bis zu einer Kündigung durch einen der Vertragspartner unter der Voraussetzung weitergeführt, dass größere Motor- oder Generatorschäden aus dem vertraglichen Leistungsumfang herausgenommen werden.

## **7. Vorzeitige Kündigung**

Beide Vertragspartner können bei groben Pflichtverletzungen des jeweiligen Vertragspartners (z.B. mangelhafte Erfüllung vertraglicher Pflichten; Zahlungsverzug gem. Nr. 8) den Vertrag vorzeitig ohne Einhaltung einer Frist kündigen.

## **8. Zahlungen**

Es erfolgen vierteljährliche Abschlagszahlungen zum Quartalsanfang in Höhe je eines Viertels der zu erwartenden Jahreskosten. Einmal jährlich wird von COMUNA-metall die Jahresabrechnung für das jeweils abgelaufene Jahr erstellt. Die Rechnungen sind innerhalb von 30 Tagen nach Zugang der Rechnung beim Auftraggeber ohne Abzug zu begleichen.

Gerät der Auftraggeber mit den Zahlungen in Verzug, so stehen COMUNA-metall Verzugszinsen in Höhe von 5 %-Punkten p.a. über dem jeweiligen Basiszinssatz gem. § 288 BGB zu. Zahlt der Auftraggeber auch nicht innerhalb von 14 Tagen nach Mahnung, ist COMUNA-

metall berechtigt, bis zur vollständigen Zahlung die Arbeiten an der Anlage aufzuschieben. In diesem Falle ruhen die Gewährleistungsansprüche aus diesem Vertrag. Zudem hat COMUNA-metall das Recht zur vorzeitigen Kündigung nach Pkt. 7. Setzt COMUNA-metall nach erfolgter Zahlung die Arbeiten an der Anlage jedoch fort, so leben alle Rechte und Pflichten aus diesem Vertrag einschließlich der Gewährleistung wieder in vollem Umfange auf.

## **9. Weitere Bedingungen**

Dieser Vertrag hat zur Bedingung, dass die Anlage zur Wärmeversorgung der angeschlossenen Liegenschaften vorrangig eingesetzt wird und pro Modul mindestens zwei Betriebsstunden pro Startanforderung im Jahresmittel erreicht. Sollte diese Bedingung durch geeignete Maßnahmen nicht erfüllt werden können, kann COMUNA-metall den Vertrag mit einer Frist von drei Monaten kündigen. Dieses Kündigungsrecht gilt auch bei einer Stilllegung der Anlage für einen Zeitraum von mehr als sechs Monaten.

Für Schäden an der Anlage, die durch höhere Gewalt, Feuer, äußere Einwirkungen (z.B. ungeeignete salzhaltige Verbrennungsluft) oder Dritte sowie durch unsachgemäße Bedienung, Nichtbeachtung der Bedienungsanleitung, Einbau nicht geeigneter Ersatzteile, unsachgemäße Aufbereitung von Brenn- und Betriebsstoffen oder Nichteinhaltung von Spezifikationen für Brenn- und Betriebsstoffe gem. technischer Beschreibung durch den Auftraggeber, seine Erfüllungsgehilfen oder Dritte entstehen, haftet COMUNA-metall nicht.

Nicht im Leistungsumfang enthalten sind Um-/ Nachrüstungen, Anpassungen/Änderungen auf Grund neuer/geänderter Vorschriften, Mehraufwendungen wegen einer Beeinträchtigung der Zugänglichkeit der BHKW-Anlage (auch für größere Instandhaltungsarbeiten wie z.B. Motoraustausch) sowie Aufwendungen zur Konservierung bei einer Betriebsunterbrechung von mehr als drei Monaten.

Der Auftraggeber wird die BHKW-Anlage in seine Gebäudeversicherung aufnehmen lassen.

Änderungen oder Verlegungen an der BHKW-Anlage und an allen Teilen der Gebäudetechnik, die den

Betrieb der BHKW-Anlage und die Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten beeinträchtigen, dürfen nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung von COMUNA-metall durchgeführt werden. Zudem sind die technischen Bestimmungen und die Betriebs- und Wartungsanleitungen gem. Anlagenhandbuch (insbesondere auch die Qualitätsanforderungen für Kraftstoffe und Betriebsmittel) zu beachten. Bei Nichtbeachtung der Vorgaben aus Satz 1 + 2 dieses Absatzes kann COMUNA-metall die Gewährleistung aus diesem Vertrag für die Anlage ausschließen oder die entstehenden Mehrkosten in Rechnung stellen.

Betriebsstoffe, Verschleiß- und Ersatzteile sowie Austauschaggregate dürfen nur durch COMUNA-metall geliefert und eingebaut werden. Sie gehen in das Eigentum des Auftraggebers über; die dafür ausgebauten Teile werden Eigentum der COMUNA-metall.

Die Bestimmungen des europäischen und des deutschen Datenschutzrechts werden von uns beachtet. Unsere Datenschutzerklärung ist unter [www.comuna-metall.de/downloads.html](http://www.comuna-metall.de/downloads.html) einsehbar.

Beide Vertragspartner sind berechtigt, diesen Vertrag mit seinen Rechten und Pflichten auf ein/e andere/s Einrichtung/Unternehmen zu übertragen. Einer solchen Übertragung kann vom jeweils anderen Vertragspartner nur widersprochen werden, wenn erhebliche Zweifel an der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des neuen Vertragspartners bestehen.

Ausschließlicher Gerichtsstand für alle sich aus dieser Vereinbarung ergebenden Ansprüche sowie für Streitigkeiten über die Gültigkeit dieser Vereinbarung ist Herford/Bielefeld.

Ändern sich die allgemeinen wirtschaftlichen oder technischen Verhältnisse gegenüber dem Zeitpunkt des Vertragsabschlusses so erheblich, dass die vereinbarten Preise oder Bedingungen auch unter Berücksichtigung der in Nr.5 vereinbarten Preis-anpassung für einen Vertragspartner nicht mehr zumutbar sind, so ist der Vertrag unter Berücksichtigung der Interessen beider Vertragspartner an die geänderten Verhältnisse anzupassen. Sollten einzelne Bestimmungen des Vertrages rechtlich unwirksam sein oder werden, so bleibt der Vertrag im Übrigen gültig.

Die Vertragspartner verpflichten sich für diesen Fall, die ungültigen Bestimmungen durch rechtsgültige Vereinbarungen zu ersetzen, die ihnen im wirtschaftlichen Ergebnis möglichst nahe kommen.

Alle Änderungen und Ergänzungen sowie die Aufhebung des Vertrages einschließlich der Schriftformklausel bedürfen der Schriftform.

### 10. Besondere Regelungen beim Einsatz von Klär- oder Biogasen

Dieser Vertrag setzt voraus, dass geeignetes Reingas für den Betrieb der BHKW-Anlage und der Abgasreinigung (Dreiwege-Katalysator) bereitgestellt wird, so dass die nachstehenden Grenzwerte für Inhaltsstoffe im Reingas nicht überschritten werden:

- H<sub>2</sub>S: < 3 mg/m<sup>3</sup>
- Siloxane: < 1 mg/m<sup>3</sup>
- Säuren: < 0,2 mg/m<sup>3</sup>

Der Auftraggeber hat die Einhaltung dieser Grenzwerte COMUNA-metall halbjährlich über entsprechende Messberichte/-protokolle nachzuweisen. Sofern eine Rohgasreinigung installiert ist, hat der Auftraggeber sie bestimmungsgemäß nach den Herstellervorgaben (z.B. über einen Servicevertrag) zu betreiben.

Sofern diese Werte häufiger oder dauerhaft überschritten werden, ist COMUNA-metall berechtigt, diesen Vertrag zu kündigen oder dem Auftraggeber eine geänderte Wartungsvereinbarung anzubieten.

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
für COMUNA-metall

\_\_\_\_\_  
Datum

\_\_\_\_\_  
für

**Einzugsermächtigung** (sofern gewünscht)

Hiermit ermächtigen wir die COMUNA-metall Vorrichtungs- und Maschinenbau GmbH widerruflich, die im Zusammenhang mit diesem Vertrag anfallenden Zahlungen zum Zeitpunkt der Fälligkeit von dem nachstehend bezeichneten Konto einzuziehen:

\_\_\_\_\_  
 Kontoinhaber

\_\_\_\_\_  
 IBAN

\_\_\_\_\_  
 BIC

\_\_\_\_\_  
 Geldinstitut

\_\_\_\_\_  
 Ort, Datum

\_\_\_\_\_  
 Unterschrift

**Kommunikationsadressen**

**Auftraggeber:**

**Technik/Serviceberichte:**

\_\_\_\_\_  
 Name                      Telefonnummer

\_\_\_\_\_  
 eMail-Adresse

**Abrechnung/Verwaltung:**

\_\_\_\_\_  
 Name                      Telefonnummer

\_\_\_\_\_  
 eMail-Adresse

**COMUNA-metall:**

**Service/Technik:**

05224-91197-22 [bereitschaft@comuna-metall.de](mailto:bereitschaft@comuna-metall.de)

**Abrechnung/Verwaltung:**

05224-91197-27 [buchhaltung@comuna-metall.de](mailto:buchhaltung@comuna-metall.de)