

BHKW-Module 2726 und 5450

Technische Anlagenbeschreibung

Inhalt

1. Technische Beschreibung.....	5
1.1. Motor und Nebenaggregate.....	6
1.1.1. Motor.....	6
1.1.2. Zündanlage.....	7
1.1.3. Startanlage.....	8
1.1.4. Schmierölversorgung	8
1.2. Generator.....	8
1.3. Wärmenutzung.....	9
1.4. Abgasanlage	11
1.5. Gasversorgung.....	12
1.6. Thermoakustische Kapselung und Lüftung.....	12
1.7. Anschlussmaterial.....	14
1.8. Mess-, Steuer- und Regelanlage (Modulsteuerung).....	14
1.8.1. Schaltschrank für die Modulsteuerung.....	14
1.8.2. Leistungsteil der Modulsteuerung.....	16
1.8.3. Speicherprogrammierbare Steuerung.....	16
1.8.4. Überwachungseinrichtungen für das Modul	17
1.8.5. Leistungsüberwachung.....	18
1.8.6. Spannungs- und Frequenzwächter.....	18
1.8.7. Messeinrichtungen, Betriebs- und Störmeldungen.....	19
1.8.8. Fernüberwachung.....	20
1.8.9. Verkabelung.....	21
1.9. Energiebilanz des BHKW-Moduls.....	21
2. Einbringung, Aufstellung und Einbindung.....	23
2.1. Einbringung und Aufstellung.....	23
2.2. Einbindung.....	23
2.2.1. Hydraulische Einbindung.....	24
2.2.2. Elektrotechnische Einbindung (Leistungskabel).....	25
2.2.3. Gastechische Einbindung.....	25
2.2.4. Abgastechische Einbindung.....	25
2.2.5. Lüftungstechnische Einbindung.....	26
2.2.6. Körperschalldämmung.....	26
2.2.7. Steuerungstechnische Einbindung.....	27
3. Zusätzliche Leistungspositionen.....	29
3.1. Zentralsteuerung (Übergeordnete Steuerung) für Heizzentralen mit BHKW.....	29
3.1.1. Aufbau des Schaltschranks der Zentralsteuerung.....	30
3.1.2. Einzelkomponenten der Zentralsteuerung.....	31
3.1.3. Verkabelung.....	34
3.2. Leistungsfeld.....	34
3.3. Zusätzlicher externer Brennwerttaucher (Brennwert-BHKW).....	35
3.4. Notkühlanlage.....	36
3.5. Frisch- und Altölsammelbehälter.....	37
3.6. Sondermodelle: Container-BHKW und mobiles BHKW.....	38
4. Rechtsvorschriften/Genehmigungsverfahren.....	39
5. Wartung, Instandhaltung, Betriebsführung.....	41

Anlagen

Anlage A: Modulhydraulik.....	43
Anlage B: Gasregelstrecke für BHKW-Modul Typ 2726.....	44
Anlage C: Gasregelstrecke für BHKW-Modul Typ 5450.....	45
Anlage D: Schaltanlage für BHKW-Modul Typ 2726.....	46
Anlage E: Schaltanlage für BHKW-Modul Typ 5450.....	47
Anlage F: Anschlüsse und Beistellmaterial.....	48
Anlage G: Hydraulische Schaltungen (Vorschläge).....	49
Anlage H: Aufstellungsbeispiele für Einmodulanlagen.....	51
Anlage I: Aufstellungsbeispiele für Zweimodulanlagen.....	52
Anlage J: Anleitung zur Erstellung eines BHKW-Fundaments.....	54

1. Technische Beschreibung

COMUNA-metall bietet Gas-Blockheizkraftwerk-Module (BHKW-Module) mit den Typenbezeichnungen 2726 (inkl. Typ 2726-02) und 5450 an. Diese BHKW-Module können mit unterschiedlichen Gasarten, u.a. Erdgas, Flüssiggas, Klärgas, Biogas betrieben werden.

Im Erdgasbetrieb haben die BHKW-Module folgende Leistungen und Wirkungsgrade (elektrische Leistung im Volllastbetrieb jeweils nach Abzug des Eigenverbrauchs an den Abgangsklemmen des Schaltschranks; Leistungsaufnahme bzw. Wirkungsgrade jeweils bezogen auf H_u):

	Typ 2726	Typ 5450
	[in Klammern: Typ 2726-02 ¹]	
Elektrische Leistung	52 kW [50 kW]	112 kW
Thermische Leistung ohne/mit Brennwerttaucher	90 kW [92 kW]/110 kW [112 kW]	196 kW / 236 kW
Leistungsaufnahme	156	332 kW
Elektrischer Wirkungsgrad	33 % [32 %]	34 %
Thermischer Wirkungsgrad ohne/mit Brennwerttaucher	58 % / 71 % [59 % / 72 %]	59 % / 71 %
Gesamtwirkungsgrad ohne/mit Brennwerttaucher	91 % / 104 %	93 % / 105 %
Stromkennzahl ohne/mit Brennwerttaucher	0,58 / 0,47 [0,54 / 0,45]	0,57 / 0,47

¹ Sofern nicht getrennt vermerkt, gelten die Werte des Typs 2726 auch für den Typ 2726-02.

Die Leistungen im Klär- und Biogasbetrieb variieren mit der jeweiligen Gasqualität und den Anforderungen an die Emissionsreinigung. Bei Einhaltung der TA-Luft-Grenzwerte werden bei einer üblichen Klär- bzw. Biogasqualität die folgenden Leistungswerte erreicht:

	Typ 2726	Typ 5450
Elektrische Leistung	42 kW	80 kW
Thermische Leistung	84 kW	150 kW
Leistungsaufnahme	140 kW	250 kW
Elektrischer Wirkungsgrad	30 %	32 %
Thermischer Wirkungsgrad	60 %	60 %
Gesamtwirkungsgrad	90 %	92 %
Stromkennzahl	0,50	0,53

Beim Einsatz von Klär- oder Biogas dürfen folgende Inhaltswerte nicht überschritten werden:

- 250 mg H_2S+S_{org} /m³ Gas
- 6 mg Silizium/m³ Gas bzw. 100 ppm Silizium im Motoröl nach einer Betriebszeit von 800 Bh (verursacht durch Silizium bzw. Siliziumverbindungen im Gas)
- 25 mg/m³ Chlor und Fluor in Summe.

Das BHKW-Modul besteht jeweils aus folgenden Elementen (s. Kap. 1.):

- Motor mit Nebenaggregaten (Zündanlage, Startanlage, Schmierölversorgung)
- Generator
- Wärmenutzung aus Kühlwasser, Abgas und Motoröl
- Abgasführung mit Abgasreinigung
- Gasversorgung mit Gasregelstrecke
- Thermoakustische Kapselung mit Lüftung
- Mess-, Steuer- und Regelanlage inkl. elektrotechnischer Verkabelung
- Material für den hydraulischen, gas- und abgastechnischen Anschluss.

Das BHKW-Modul wird inkl. Lieferung, Einbringung, Montage, Anschluss, Inbetriebnahme, Abnahme, Personaleinweisung und Betriebshandbuch/Dokumentation angeboten.

Über diesen Standard-Lieferumfang hinaus übernimmt COMUNA-metall auch alle Arbeiten zur Einbindung der Anlage in die Gebäudetechnik (s. Kap. 2).

Des Weiteren werden als ergänzende/zusätzliche Leistungspositionen wahlweise angeboten (s. Kap. 3):

- Übergeordnete Steuerung (Zentralsteuerung) für Heizzentralen mit BHKW mit optionaler Anlagenfernüberwachung
- Leistungsfeld (für Mehr-Modul-Anlagen)
- Zusätzlicher externer Brennwerttaucher (Brennwert-BHKW)
- Notkühlanlage
- Frisch- und Altölsammelbehälter
- Sondermodelle: BHKW-Modul in Container-Anlage; mobiles BHKW-Modul

Das BHKW-Modul wurde folgenden Sicherheitsprüfungen unterworfen:

Prüfinstitut: Gas-Wärme-Institut

Prüfgegenstand: Sicherheitstechnische Anforderungen des DVGW-Regelwerks

Prüfzeichen: DG-3381AN0854 (Typ 2726)/DG-3381AN0860 (Typ 5450)

Prüfinstitut: TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V.

Prüfgegenstand: Baumusterprüfung Sicherheitstechnik

Prüfbericht-Nr.: 164/07/96 v. 28.10.96 (Typ 2726)/164/13/97 v. 30.12.97 (Typ 5450)

1.1. Motor und Nebenaggregate

1.1.1. Motor

Der Motor ist ein Gas-Otto-Motor mit allen notwendigen Hilfsaggregaten. Er ist mit dem Generator (s. 1.2.) 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 (ca. 35 kW_{el}/70 kW_{th}. bzw. ca. 75 kW_{el}/140 kW_{th}.) betrieben werden kann.

Der Typ 2726-02 ist zusätzlich mit einer elektronischen Leistungsbegrenzung ausgestattet.

Der Motor hat folgende technische Hauptdaten:

	Typ 2726	Typ 5450
Basismotor	Deutz	DB/MTU
Baureihe	BF6M2012C	OM 447/6R183
Arbeitsweise	Viertakt	Viertakt
Zylinderzahl/-anordnung	6/Reihe	6/Reihe
Nenn Drehzahl	1.500 U/min	1.500 U/min
Bohrung/Hub	101/126 mm	128/155 mm
Hubraum	6.060 cm ³	11.967 cm ³
Verdichtungsverhältnis	12 : 1	12 : 1
Zündfolge	1-5-3-6-2-4	1-5-3-6-2-4
Effektiver Mitteldruck	7,12 bar	7,7 bar
Mittlere Kolbengeschwindigkeit	6,3 m/s	7,75 m/s
Dauerleistung, bis zu 10 % überlastbar (nach DIN 6271, bei Abzug aller Hilfsaggregate im Lambda-1-Betrieb)	54 kW _{mech.}	118 kW _{mech.}
Erf. Gasqualität (ohne Leistungsminderung)	MZ 60	MZ 60
Max. Aufstellhöhe o. Leistungsminderung	1.000 m	1.000 m
Schmierölverbrauch ohne Ölwechsel	12 g/h	30 g/h
Verbrennungsluftmenge	155 m _n ³ /h	310 m _n ³ /h
Abgasvolumen	172 m _n ³ /h	345 m _n ³ /h
Abgastemperatur	650°C	600°C
Kühlwasserdurchflussmenge	5,5 m ³ /h	11,0 m ³ /h
Kühlwasserdruckverlust	0,2 bar	0,3 bar
Max. Kühlwasseraustrittstemperatur	95 °C	95°C
Gesamtgewicht des bearbeiteten Motors	450 kg	950 kg

1.1.2. Zündanlage

Die wartungsfreie, kontaktlose, vollelektronische Zündung (Fabr. Altronic, Typ 791503-102, Spannung 24 V) besteht aus sechs Hochleistungszündspulen, einem Halleffektaufnehmer mit vier magnetischen Gebern und einem digitalen Zentralsteuergerät, Zündkabeln, Kerzensteckern und Zündkerzen sowie Funk- und Fernsehentstörung. Für Anlagen, die alternierend mit verschiedenen

Brenngasen bzw. mit Gasen unterschiedlicher Methanzahl betrieben werden, besitzt das zentrale Steuergerät zwei Kanäle, die mit den optimalen Zündzeitpunkten belegt werden können.

1.1.3. Startanlage

Serienmäßig erfolgt der Start des Moduls durch den Asynchrongenerator in Stern-Dreieck-Schaltung mit Einschaltstrombegrenzung (Anlaufstrom 250 A [Typ 2726] bzw. 500 A [Typ 5450]). Bei technischer Notwendigkeit ist alternativ auch eine Lösung mit einem Start über Frequenzumrichter möglich (Mehrpreis).

1.1.4. Schmierölversorgung

Die Druckumlaufschmierung besteht aus folgenden Elementen: Einfachrotorpumpe, Öldruckregler, motorseitiger Ölkühler, Ölkühler mit Ölmengenerweiterung, 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.

Technische Daten:

	Typ 2726	Typ 5450
Ölmenge des Motors	14 l	24 l
Ölmengenerweiterung im Ölkühler	20 l	20 l
Ölvorratsbehälter	20 l	55 l
Gesamtölmenge im BHKW-Modul	54 l	99 l
Ölfördermenge der Ölpumpe	36 l/min	84 l/min

1.2. Generator

Das BHKW-Modul verfügt in der Standardausführung über einen wassergekühlten Asynchrongenerator, der parallel zum öffentlichen Netz betrieben wird. Der Generator hat folgende technische Daten:

	Typ 2726	Typ 5450
Fabrikat	Weier	Weier
Typ	DASGM 250/4 L	DASGM 280/4 M
Kühlmedium	Heizungswasser	Heizungswasser
Bauform	B3/B5	B3/B5
Wirkleistung	56 kW	117 kW
Drehzahl	1.514 U/min	1.514 U/min
Nennspannung in Dreieckschaltung	400 V	400 V
Nennstrom	94 A	196 A
Leistungsfaktor cos phi	0,86	0,84

Polzahl	4	4
Schutzart nach DIN 40050 und IEC 34-5	IP 54	IP 54
Isolationsklasse	F (145 °C)	F (145 °C)
Funkentstörung (nach VDE 0875)	N	N
Betriebsart	S1 (Dauerbetrieb)	S1 (Dauerbetrieb)
Massenträgheitsmoment	0,77 kgm ²	1,76 kgm ²
Kippmoment	4,0 Mk/Mn	3,8 Mk/Mn
Nachschmierungsintervall	2.000 Bh	2.000 Bh
Max. Vor-/Rücklauftemperatur b. Volllast	80/70 °C	80/70°C
Wasserinhalt	13 l	36 l
Thermische Leistung	3 kW	6 kW
Wirkungsgrad	94,50%	95,50%
Gewicht	480 kg	850 kg

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

1.3. Wärmenutzung

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. Die Kühlwasser-Pumpe (Fabr. Wilo, IP_s40/125 bzw. /160 oder Speck, IW 40-160) sorgt für die Zirkulation des Kühlwassers (s. Anlage A). 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 (Fabr. COMUNA-metall) 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 (Fabr. COMUNA-metall) ist als Ringspaltkonstruktion ausgeführt, die vom Motoröl durchflossen wird.

Der Kühlwasser/Heizungsnetz-Wärmetauscher, als Plattenwärmetauscher ausgeführt (Fabr. GEA Ecoflex) übergibt die Energie an das Heizungsnetz. Der dichtungslose, gelötete Plattenwärmetauscher besteht aus formgepressten Edelstahlplatten.

Durch die Regelung der Motortemperatur über die Drehzahlregelung der Heizungspumpe wird erreicht, dass eine maximale konstante Vorlauftemperatur (93°C) für eine optimale Pufferspeicherbeladung bereitgestellt wird.

Die Wärmetauscher sind gebaut und geprüft nach AD-Merkblättern, Druckbehälter-Verordnung Gruppe II und DIN 4754.

Für einen reibungslosen Anlagenbetrieb bzw. zur Vermeidung einer Verschmutzung der Tauscher hat die Heizungswasserqualität die Anforderungen der VDI-Richtlinie 2035 Blatt 1 (Ausgabe 12.2005) zu erfüllen. In jedem Falle ist eine Gesamthärte von <math><0,11^{\circ}\text{dH}</math> zu gewährleisten. Der Einsatz von Sauerstoff-Bindemitteln/Natriumsulfid ist nicht zugelassen. Ein in den BHKW-Rücklauf eingebauter Heizungswasserfilter zur Reinigung des gesamten Heizungswassers gehört zum Standard-Lieferumfang.

Technische Daten des Abgashauptwärmetauschers:

	Typ 2726	Typ 5450
Werkstoff	St 37-2	St 37-2
Konstruktion	Ringspalt	Ringspalt
Medium primärseitig	Abgas	Abgas
Medium sekundärseitig	Kühlwasser	Kühlwasser
Auslegungsdruck	6 bar	6 bar
Durchströmungsart	Gegenstrom	Gegenstrom
Tauscherleistung	29 kW	57 kW
Mengenstrom primär/sekundär	256/5,5 m ³ /h	502/11,0 m ³ /h
Eintrittstemperatur primär/sekundär	530/93°C	520/94°C
Austrittstemperatur primär/sekundär	125/96°C	120/98°C
Wärmedurchgangszahl	87 W/m ² K	113 W/m ² K
Druckverlust primär/sekundär	60/10 mbar	65/15 mbar
Mittlere log. Temperaturdifferenz	152°C	142°C
Austauschfläche	2,26 m ²	3,56 m ²
Inhalt primär/sekundär	--/23 l	--/49 l

Technische Daten des Kühlwasser/Heizungsnetz-Wärmetauscher:

	Typ 2726	Typ 5450
Werkstoff	1.4571 Lot Cu	1.4571 Lot Cu
Konstruktion	Platten	Platten
Medium primärseitig	Kühlwasser	Kühlwasser
Medium sekundärseitig	Heizungswasser	Heizungswasser
Auslegungsdruck	6 bar	6 bar
Durchströmungsart	Gegenstrom	Gegenstrom

Tauscherleistung	89 kW	190 kW
Mengenstrom primär/sekundär	5,5/4,2 m ³ /h	11,0/9,0 m ³ /h
Eintrittstemperatur primär/sekundär	96/70°C	98/70°C
Austrittstemperatur primär/sekundär	80/90°C	80/90°C
Wärmedurchgangszahl	1053 W/m ² K	3298 W/m ² K
Druckverlust primär/sekundär	135/80 mbar	400/270 mbar
Mittlere log. Temperaturdifferenz	7,83°C	12,12°C
Austauschfläche	3,36 m ²	5,19 m ²
Inhalt primär/sekundär	2,5/2,5 l	4,0/4,0 l

Technische Daten des Motoröl/Kühlwasser-Wärmetauscher:

	Typ 2726	Typ 5450
Werkstoff	St 37-2	St 37-2
Konstruktion	Ringspalt	Ringspalt
Medium primärseitig	Motoröl	Motoröl
Medium sekundärseitig	Kühlwasser	Kühlwasser
Auslegungsdruck	6 bar	6 bar
Durchströmungsart	Gegenstrom	Gegenstrom
Tauscherleistung	5 kW	8 kW
Mengenstrom primär/sekundär	2,1/4,5 m ³ /h	5,0/9,0 m ³ /h
Eintrittstemperatur primär/sekundär	95/70°C	98/70°C
Austrittstemperatur primär/sekundär	90/80°C	94/90°C
Wärmedurchgangszahl	600 W/m ² K	1190 W/m ² K
Druckverlust primär/sekundär	10/50 mbar	0/80mbar
Mittlere log. Temperaturdifferenz	12,62°C	9,62°C
Austauschfläche	0,66 m ²	0,68 m ²
Inhalt primär/sekundär	20/12 l	15/69 l

1.4. 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 - im Falle eines Erdgasbetriebs - einer katalytischen Motorabgasreinigungsanlage.

Die katalytische Motorabgasreinigungsanlage besteht aus folgenden Elementen:

- Wassergekühltes Katalysatorgehäuse
- Katalysatoreinsatz (Dreiwegekatalysator)
- Lambda-Sonden
- Mikroprozessorgesteuertes Regelsystem.

Ein Wechsel des Katalysatoreinsatzes ist ohne Demontage des Gehäuses möglich.

Bei Anlagen mit Klärgas-/Biogasbetrieb wird die Abgasreinigung durch motorseitige Maßnahmen (Abgasrückführung, Magerbetrieb) erreicht.

Im Erdgasbetrieb mit Dreiwegekatalysator werden Abgasemissionswerte von 150 mg/m^3 Kohlenmonoxid (CO) bzw. 125 mg/m^3 Stickoxide (NO_x) unterschritten. Durch die motorseitigen Maßnahmen liegen die Schadstoffwerte bei Nutzung von Klär- bzw. Biogas unterhalb von 1.000 mg/m^3 Kohlenmonoxid (CO) und bzw. 500 mg/m^3 Stickoxide (NO_x).

1.5. Gasversorgung

Das BHKW-Modul ist für einen Eingangsdruckbereich von 20 - 80 mbar mit einer Gasregel- und Sicherheitsstrecke nach DIN-DVGW mit folgenden Elementen ausgerüstet (s. Anlagen B + C):

- Kugelhahn mit thermischer Absperricherung
- Gasfilter
- Passstück für ein Quantometer
- Gasdruckmanometer 0 - 100 mbar mit Prüfhahn
- Druckwächter für min. Gasdruck
- Druckregler mit Regelbereich 0 - 120 mbar (zulässige Druckbeanspruchung: 200 mbar)
- Magnetventile
- Unterdruckwächter für Dichtheitskontrolle
- Motorventil (Lambdaregelung)
- Flammrückschlagsicherung (im Modul fest installiert).

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 (s.a. Nr. 4 Rechtsvorschriften/Genehmigungsverfahren).

1.6. 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 (Fabr. COMUNA-metall) untergebracht.

Diese Kapsel besteht aus einem zerlegbaren Quadratrohrrahmen, dessen acht 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.

Die Abluftmenge wird mit ca. 65°C durch einen in die hintere Deckelplatte integrierten Abluftventilator (Pressung: 250 Pa) aus der Kapsel über einen Anschlussstutzen sowie ein Abluftrohr (nicht im Standard-Lieferumfang, vgl. Nr.2.2.5.) ins Freie geleitet. Bei Bedarf kann sie auch als vorgewärmte Verbrennungsluft für einen Heizkessel genutzt werden.

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

Technische Daten Kapselung und Lüftung:

	Typ 2726 [Typ 2726 – 02]	Typ 5450
Maße der Kapsel		
Länge	2.300 mm	2.730 mm
Breite	1.100 mm	1.170 mm
Höhe	1.350 mm	1.350 mm
Gewicht	440 kg	500 kg
Lüftungsmengen		
Zuluft	450 m _N ³ /h [448 m _N ³ /h]	600 m _N ³ /h
Verbrennungsluft	160 m _N ³ /h [158 m _N ³ /h]	310 m _N ³ /h
Kapselspülluft	290 m _N ³ /h	290 m _N ³ /h
Schalldruckpegel		
mit Schalldämmhaube	61 dB(A)	65 dB(A)
ohne Schalldämmhaube	86 dB(A)	89 dB(A)

1.7. Anschlussmaterial

Zum Anschluss des BHKW-Moduls an die weiterführenden Rohrleitungen der Gebäudetechnik gehört folgendes Installationsmaterial zum Standard-Lieferumfang (s. Anlage F):

- Stahlbalken als Montagehilfe für die Installation der Modulanschlüsse (zugleich Tilgermasse für die flexiblen Rohrverbindungen zu den Modulflanschen); Körperschall absorbierende Modulunterlage
- Anschlussmaterial Hydraulik, bestehend aus einer Heizungspumpe (Fabr. Biral, Typ A401 bzw. A402V2, Naßläufer), einer Rückschlagklappe, zwei weich dichtenden Absperrventilen, 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).

Zu Messung der BHKW-Wärmemenge bzw. Bestimmung des Nutzungsgrades des BHKW-Moduls empfehlen wir den Einbau eines geeigneten Wärmemengenzählers (Nenngrößen: Q_n6 [Typ 2726/2726-02] bzw. Q_n10 [Typ 5450]).

1.8. Mess-, Steuer- und Regelanlage (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 D + E).

Folgende grundsätzliche Funktionen werden erfüllt:

- Netzschutzüberwachung gemäss VDEW-/BDEW-Richtlinien für den Netzparallelbetrieb
- Automatische Aufschaltung des Asynchrongenerators
- Automatische Start/Stop-Überwachung des Gasmotors
- Ansteuerung der für den Modulbetrieb notwendigen Hilfsantriebe
- Überwachung der Betriebsparameter
- Ansteuerung der Gasstrasse
- Ansteuerung der Festkompensation
- Fernüberwachung.

1.8.1. 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.

Der Schaltschrank für die Modulsteuerung hat folgende technische Daten:

Schaltschrank

Fabrikat/Typ	Eaton GU
Farbton	RAL 7032
Breite (Typ 2726/5450)	800 mm/1.000 mm
Höhe inkl. Sockel	2.000 mm
Tiefe	400 mm
Schutzart	IP54

Elektrische Daten

Netzspannung	3 x 400/230V 50 Hz
Steuerungsspannung für Start/Stop, Motorüberwachung, Zündung, SPS-Versorgung	24V DC +/- 10 %
Nennspannung für Heizungspumpe	400V/50 Hz
Nennspannung für Kühlwasserpumpe und Abluftventilator	400V 50 Hz
Nennspannung für Gasventile	230V 50 Hz
Nennstrom (Typ 2726/2726-02/5450)	76/74/160 A
Leistungsfaktor, kompensiert	0,98

Einbauteile in der Schaltschranktür:

- Touchpanel für Anzeige und Bedienung
- Ventilator Kühlung
- Leuchtmelder

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 Anzeigeräte 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 enthält eine unverdrosselte Blindleistungskompensation mit folgenden Daten:

	Typ 2726	Typ 5450
Kapazität bei 400V Nennspannung	3 x 10 kvar	2 x 3 x 10 kvar
Nennspannung der Kondensatoren	525V	525V

Die Lieferung einer verdrosselten Kompensation ist möglich (kein Standard-Lieferumfang) und in der Regel erforderlich, wenn auch im Gebäude eine verdrosselte Kompensation vorhanden ist.

1.8.2. Leistungsteil der Modulsteuerung

Das Leistungsteil der Modulsteuerung besteht aus folgenden Bauteilen:

- Leistungselbstschalter 125A bzw. 250A mit Überlast- und Kurzschlussauslöser sowie Arbeitsstromauslöser
- Dreipolige Generatorhauptschütze als Stern-Dreieck-Kombination
- 2 Kondensatorschütze
- Je eine Gruppe Hilfskontakte
- Stromwandler 100/5A bzw. 200/5A 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 24V mit jeweils drei Wechslern (Ausgabebausteine für SPS)
- Luftspulen (zur Begrenzung des Einschaltstroms)
- Frequenzumformer für die temperaturgeführte Regelung der Heizungspumpe.

1.8.3. Speicherprogrammierbare Steuerung

Die über Uhrzeit, Strom- und Wärmebedarf extern angesteuerte speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) fährt 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:

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

1.8.4. Überwachungseinrichtungen für das Modul

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

Analoge Temperaturerfassung (Pt 100) für:

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

Grenzwertüberwachung von Temperaturen für:

- Generatorwicklungstemperatur
- Kapsellufttemperatur
- Temperatur des Abgassammlers (gemessen im Kühlwasserkreislauf)

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

Des Weiteren werden folgende Zustände innerhalb der Schaltanlage überwacht:

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

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

1.8.5. 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 200/5A bzw. 400/5A eingesetzt. Die Auswertung übernimmt ein Netzanalysator. Dieser ist mit einer Netzwerkverbindung an die Modulsteuerung angekoppelt und kann Daten über das TCP/IP – Protokoll übermitteln. Die gemessenen Werte werden im Anzeigepanel unter „Elektrische Leistung“ angezeigt.

Der Netzanalysator hat folgende technische Daten:

Fabrikat	Janitza
Typ	UMG604E
Netzversorgung	110-265 VAC, 150-370 VDC
Abtastrate	20 kHz
Spannung L-N, AC (ohne Wandler)	50..300V AC
Spannung L-L, AC (ohne Wandler)	87..520V AC
Strom (x/1 und x/5 Wandler)	0,001..7,5 A
Eingänge digital	2
Ausgänge digital	2
Eingänge Pt100	1
Schnittstellen	Ethernet, RS232, RS485

Folgende Daten werden vom Netzanalysator für das Panel zur Darstellung bereitgestellt:

- Spannung für L1, L2, L3
- Strom für L1, L2, L3
- Wirkleistung
- Scheinleistung
- Leistungsfaktor
- Frequenz

1.8.6. Spannungs- und Frequenzwächter

Das Gerät kontrolliert dreiphasig gegen N auf Spannungsanstieg und Spannungsrückgang. Ausgewertet wird der Größtwert und Kleinstwert der einzelnen Phasen. Die Frequenz wird einphasig in Phase L1 überwacht. Spannungs- und Frequenzüberwachung wirken auf getrennte Ausgangsrelais. Bei Grenzwertüber- bzw. -unterschreitungen fallen die entsprechenden Relais ab. Befinden sich die überwachten Werte wieder innerhalb des Sollbereiches, erfolgt die Wiedereinschaltung nach einer einstellbaren Verzögerungszeit. Alle einstellbaren Werte werden mit Hilfe von Drehschaltern verändert. Die Drehschalter befinden sich auf der Vorderseite des Gerätes.

Die Spannungs-/Frequenzüberwachung hat folgende technische Daten:

Fabrikat	Dold
Typ	RP9800
Spannungsbereich	3 x 85V ... 280V AC
Überschreitungsgrenze Spannung	eingestellt: 250V (108%)
Unterschreitungsgrenze Spannung	eingestellt: 180V (78%)
Überschreitung Spannungsmittelwert	eingestellt: 250V (108%)
Überschreitungsgrenze Frequenz	eingestellt: 50,2Hz
Unterschreitungsgrenze Frequenz	eingestellt: 47,5Hz
Auslösezeit bei Über-/Unterschreitung	< 0,1 s
verzögerte Wiedereinschaltung	5 ... 90s (eingestellt: 5s)
Mittelwertbildung	10min
Betriebstemperatur	-20 ... 60°C

Die Überwachungsauswertung kann an den Geräteanzeigen abgelesen werden. Es gibt insgesamt fünf LEDs, die Folgendes anzeigen:

ON (grün)	leuchtet, wenn Betriebsspannung vorhanden
f<> (rot)	leuchtet, wenn der Frequenzwächter ausgelöst hat
U<> (rot)	leuchtet, wenn der Spannungswächter ausgelöst hat blinkt, wenn die Mittelwertüberwachung ausgelöst hat
f<> (gelb)	leuchtet, wenn das Frequenzrelais angezogen hat blinkt während des Ablaufs der eingestellten Wartezeit
U<> (gelb)	leuchtet, wenn das Spannungsrelais angezogen hat blinkt während des Ablaufs der eingestellten Wartezeit

1.8.7. Messeinrichtungen, Betriebs- und Störmeldungen

Leuchtmelder

In der Türfront des Schaltschranks sind folgende Leuchtmelder eingebaut:

- Betriebsleuchte, grün (Betrieb Modul)
- Betriebsleuchte, weiß (Anforderung Modul)
- Meldeleuchte, rot (Sammelstörung)
- Meldeleuchte, gelb (Ölstand/Wartung)
- Meldeleuchte, gelb (Warnung)

Touchpanel

In der Schaltschranktür ist ein Touchpanel eingebaut, das mit der SPS über eine Netzwerkverbindung kommuniziert.

Das Panel hat folgende technische Daten:

Fabrikat	Bachmann
Typ	WT205V
Nennspannung	18 ... 36V DC
Auflösung	640 x 480
Schnittstellen	Ethernet, USB (2x), RS232
Betriebstemperatur	0 ... 50°C

Im Normalbetrieb zeigt das Display Informationen zum aktuellen Betriebszustand, u.a. die anstehenden Meldungen an. Menügeführt können folgende Informationen abgerufen werden:

- Meldungshistorie, d.h. alle Störmeldungen mit Datum und Uhrzeit
- Betriebsstunden, Starthäufigkeit und weitere Zeitzähler zur Betriebsbeurteilung
- Wartungszähler, rücksetzbar
- Temperaturen des Moduls und Informationen zum Temperaturregler
- Informationen zur Abgasregelung
- Informationen zur Leistungsüberwachung
- Zusätzlich: Passwortgeschützte Einstellmöglichkeiten für den Wartungsdienst.

Stromzähler zur Erfassung der Nettoeinspeisung

Zu jedem BHKW-Modul bzw. bei Benutzung eines Leistungsfeldes für alle Module zusammen gehört eine Wandlermessung der eingespeisten elektrischen Energie, nach der in der Regel die Leistungen im Rahmen des Vollwartungsvertrages (s. Kap. 5) vergütet werden.

Der eingesetzte Stromzähler hat folgende technische Daten:

Fabrikat	EMU Elektronik
Typ	EMU Light 3/5 ST
Nennspannung	230/400 V
Strompfad	/5A
SO-Schnittstelle	1000 Imp/kWh
M-Bus-Schnittstelle	

Potenzialfreie Meldungen

Folgende Meldungen sind potenzialfrei auf eine Klemmleiste verdrahtet:

- BHKW-Modul betriebsbereit
- Betrieb BHKW-Modul
- Sammelstörung BHKW-Modul
- Wartung erforderlich
- Warnung
- Rücklauftemperatur >max
- kWh-Impuls

1.8.8. Fernüberwachung

Das BHKW-Modul (Standard) bzw. die gesamte Heizanlage (optional) kann fernüberwacht werden. Auf Grundlage einer Erfassung von Betriebs- und Störmeldungen wählt die Steuerung (zB. 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 zB. 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. Die Nutzung von Fax-Geräten zur Weitergabe dient durch die Erzeugung von Quittungen der sicheren Übertragung; zugleich ist auch eine Weiterleitung von Meldungen via SMS 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 DSL-Anschlusses.

1.8.9. Verkabelung

Im Lieferumfang des BHKW-Moduls enthalten ist die Verkabelung aller unter 1.1. bis 1.8. genannten Elemente des BHKW-Moduls. Dazu gehören:

- 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) sowie
- die Lieferung und Installation der dazu erforderlichen Kabelkanäle, Kabelpritschen oder Schutzrohre inkl. Klein- und Befestigungsmaterialien gem. einschlägiger VDE-, DIN-Vorschriften.

1.9. Energiebilanz des BHKW-Moduls

Die Energiebilanz des BHKW-Moduls ist in folgender Tabelle zusammengestellt:

	Typ 2726 [Typ 2726 – 02]	Typ 5450
Gasart	Erdgas (2. Gasfamilie DVGW G260)	
Methanzahl	> 70	> 70
Erforderlicher Gasdruck vor dem Motor	0,01 bar	0,01 bar
Gasverbrauch bei Volllast (Toleranz 5 %)	15,6 m _n ³ /h	33,2 m _n ³ /h
Leistungsaufnahme (H _u , in Klammern: H _o)	156 kW (173 kW)	332 kW (369 kW)
Energiebilanz Abgassystem		
Zugeführte Leistung Abgas	53 kW	114 kW
Therm. Leistung Abgashauptwärmetauscher	29 kW	57 kW
Thermische Leistung Vortauscher	12 kW	33 kW
Thermische Leistung Katalysatorbehälter	4 kW	7 kW
Thermische Leistung Brennwerttauscher	3 kW bis 20 kW	6 kW bis 40 kW
Thermische Verlustleistung ohne Brennwert	8 kW	17 kW
Thermische Verlustleistung mit Brennwert	5 kW bis -12 kW ¹	11 kW bis -23 kW ¹
Energiebilanz Generator:		
Zugeführte Leistung Antriebswelle	56 kW [54 kW]	118 kW
Elektrische Leistung	53 kW [51 kW]	112 kW
Thermische Leistung Kühlmantel	3 kW	6 kW

Energiebilanz Aggregat		
Leistungsaufnahme (bez. auf H_u)	156 kW	332 kW
Elektrische Leistung	52 kW [50 kW]	112 kW
Thermische Leistung Abgassystem		
ohne Brennwert	45 kW	97 kW
mit Brennwert	48 kW bis 65 kW	103 kW bis 137 kW
Thermische Leistung Kühlwasser	37 kW [39 kW]	85 kW
Thermische Leistung Generator	3 kW	6 kW
Thermische Leistung Motoröl	5 kW	8 kW
Leistungsverluste ohne Brennwert	14 kW	26 kW
mit Brennwert	11 kW bis -6 kW ¹	20 kW bis -14kW ¹
davon: Abluft	3 kW	5 kW
davon: Kapsel	3 kW	4 kW
davon: Abgas ohne Brennwert	8 kW	17 kW
Abgas mit Brennwert	5 kW bis -12 kW ¹	11 kW bis -23kW ¹

¹ Minuswert: Leistungsgewinn (aus Brennwertnutzung)

2. Einbringung, Aufstellung und Einbindung

2.1. 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. Die Maße des komplett montierten Moduls sind:

	Typ 2726	Typ 5450
Länge	2.250 mm	2.650 mm
Breite	890 mm	990 mm
Höhe (inkl. Lenkrollen zum Transport)	1.530 mm	1.530 mm

Diese Maße sind bei geraden Durchfahrten zu beachten; ein größerer Platzbedarf ist dort nötig, wo mit dem Modul rangiert werden muss. Werden die notwendigen Mindestmaße unterschritten, muss das Modul mit entsprechend größerem Aufwand zerlegt eingebracht werden. Unebenheiten, Treppen und schiefe Ebenen werden durch den Einsatz von U-Eisen und Kettenzug überwunden. Auch temporäre Kraneinbauten im Gebäude sind manchmal sinnvoll.

Für die Aufstellung des BHKW-Moduls sind die folgenden Maße zu beachten (s. Anlagen H + I):

	Typ 2726	Typ 5450
Länge (inkl. Kapsel)	2.300 mm	2.730 mm
Breite (inkl. Kapsel)	1.100 mm	1.170 mm
Höhe (inkl. Kapsel)	1.350 mm	1.350 mm
Notwendiger Freiraum an der Anschlussseite	500 mm	700 mm
Notwendiger Freiraum an den übrigen Seiten	800 mm	1.000 mm
Mindestraumlänge	3.600 mm	4.500 mm
Mindestraumbreite	2.800 mm	3.200 mm
Mindestraumhöhe	2.000 mm	2.600 mm
Gesamtgewicht inkl. Kapselung	2.300 kg	3.300 kg

2.2. 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 (s. Kap 1.7) bzw. der Absperrventile/Heizung haben die folgenden Dimensionen (s. Anlage F):

	Typ 2726	Typ 5450
Heizungsvorlauf	DN 40 PN 6	DN 50 PN 6
Heizungsrücklauf	DN 40 PN 6	DN 50 PN 6
Abgas	DN 65 PN 6	DN 80 PN 6
Brenngas	DN 25 PN 6	DN 40 PN 6

Die Dimensionen der weiterführenden hydraulischen, elektrischen sowie Gas-, Abgas- und Abluftleitungen sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt:

	Typ 2726		Typ 5450	
	1 Modul	2 Modul	1 Modul	2 Modul
Hydraulik VL/RL je	DN 40	DN 50	DN 50	DN 65
Leistungskabel<30m	50 mm ²	95 mm ²	95 mm ²	185 mm ²
Leistungskabel>30m	70 mm ²	120 mm ²	120 mm ²	240 mm ²
Netzimpedanz	Max. 0,05 Ω	Max 0,03 Ω	Max 0,025 Ω	Max 0,02 Ω
Brenngas Erdgas	DN 25	DN 40	DN 40	DN 65
Brenngas Klärgas	DN 40	DN 65	DN 50	DN 80
Abgas Bodenleitung	(bis 15 m Länge)	je Modul DN 65	je Modul DN 80	
Abgas Steigleitung	DN 125	DN 200	DN 200	DN 250
Abluft	DN 160	DN 200	DN 160	DN 200

2.2.1. Hydraulische Einbindung

Die Heizungsleitungen sind in Stahlrohr auszuführen und entsprechend den gesetzlichen Vorschriften zu isolieren.

Durch eine möglichst niedrige Rücklauftemperatur, die Installation eines Niedertemperatur-Pufferspeichers (Volumen: mindestens 5 m³ (Typ 2726) bzw. mindestens 10 m³ (Typ 5450)) sowie eine intelligente übergeordnete Steuerung (s. Kap 3.1) können eine hohe Anlagenlaufzeit, geringe Taktfrequenzen und damit ein wirtschaftlicher Betrieb der Gesamtanlage sichergestellt werden. Besonders hohe Nutzungsgrade können durch einen nachgeschalteten Brennwerttauscher (s. Kap 3.3) erreicht werden; dies setzt allerdings eine Rücklauftemperatur von <50°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, die von COMUNA-metall im Rahmen der Vorplanung vorgenommen werden kann. Hydraulische Standard-Einbindungsvorschläge sind in der Anlage G enthalten.

2.2.2. Elektrotechnische Einbindung (Leistungskabel)

Die Tabelle auf S. 26 enthält Mindestwerte für die Dimensionierung des Leistungskabels. Eine genauere Bestimmung der Querschnitts ist in Abhängigkeit von der Ausführung des Kabels, der Umgebungstemperatur, der auftretenden Blindleistung sowie der Länge des Leistungskabels vorzunehmen. Höhere Netzimpedanzen bedürfen der Absprache.

2.2.3. 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 St37 bzw. bei Klärgas- bzw. Biogasbetrieb aus Edelstahl 1.4571 mindestens in dem in der Tabelle S. 26 enthaltenen Querschnitt zu erstellen. Emissionsseitige Beeinflussungen zwischen BHKW-Modul und Kesselanlage können durch größer gewählte Leitungsquerschnitte (Gasspeichereffekt) verringert werden.

Bei bestimmten Gasversorgungsunternehmen wird die Beimischung von Flüssiggas (Propan, Butan) zum Erdgas praktiziert, so dass sich eine Reduzierung der Methanzahl und damit eine klopfende Verbrennung ergibt. In diesem Falle ist mit einer Leistungsreduzierung durch veränderte Einstellung zu rechnen.

Sofern ein BHKW-Modul mit unterschiedlichen Gasarten (zB. Erdgas/Klärgas) betrieben werden soll, ist pro Gasart eine Gasregel- und Sicherheitsstrecke (s. Kap. 1.5) in der entsprechenden Leitungsdimension erforderlich.

2.2.4. 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 auszulegen. 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 St 37 verwandt werden (bei Einsatz eines Brennwerttauschers bis dorthin; ab dort in Material 1.4571). Größere Durchmesser als in Tab. S. 26 sind dann vorzusehen, wenn in der Bodenleitung längere Strecken oder eine größere Zahl an Bögen auftreten.

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.

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 geringen Teilen auf die Abgasanlage zurückzuführen. Die Einhaltung der gesetzlich vorgeschriebenen Lärmgrenzwerte (TA Lärm) erfordert deshalb in bestimmten sensiblen Umfeldern (zB. Wohngebieten) - zusätzlich zu dem im BHKW-Modul enthaltenen Schalldämpfer - die Installation eines Abgasekundärschalldämpfers in der Boden- oder Steigleitung.

Das sich im externen Brennwerttauscher (s. Kap. 3.3.) sowie in der Abgasleitung bildende Kondensat ist nach katalytischer Abgasbehandlung pH-neutral (pH-Wert 6 – 7) und kann deshalb über eine entsprechende Rohrleitung gem. ATV-Merkblatt 251 direkt in die örtliche Kanalisation eingeleitet werden.

2.2.5. 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 (s. Kap. 1.6.). Die angesaugte Frischluft darf nicht durch Staub, halogen- oder lösungsmittelhaltige Stoffe belastet sein. Eine ausreichend große Zuluftöffnung (Querschnitt mindestens 2.500 cm² (Typ 2726) bzw. 3.600 cm² (Typ 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.

2.2.6. Körperschalldämmung

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 Errichtung eines Fundaments für das BHKW-Modul (Erstellung s. Anlage J) sinnvoll. Das Fundament wird auf schwingungsdämpfenden Elementen gelagert. Der Maße des Fundaments betragen:

	Typ 2726	Typ 5450
Länge	2.400 mm	2.830 mm
Breite	1.200 mm	1.270 mm
Höhe	250 mm	250 mm

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.

2.2.7. Steuerungstechnische Einbindung

Zur steuerungstechnischen Einbindung empfiehlt sich die von uns angebotene Zentralsteuerung (s. Kap. 3.1 – Zentralsteuerung).

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

Eingänge:

- Auto-Anforderung
- Umschaltung auf Magerbetrieb
- Umschaltung der Gasart
- Stromvorrangbetrieb (kurzzeitige Tolerierung von erhöhten RL-Temperaturen)

Ausgänge:

- BHKW-Modul betriebsbereit
- Betrieb BHKW-Modul
- Sammelstörung BHKW-Modul
- Wartung erforderlich
- Warnung
- Rücklauftemperatur >max

3. Zusätzliche Leistungspositionen

3.1. 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 allen von uns gelieferten Anlagen eingesetzt. Die technischen Daten der jeweils erforderlichen Einzelkomponenten werden in den Abschnitten 3.1.1. und 3.1.2. beschrieben.

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 ausgewählt. Damit ist gewährleistet, dass die BHKW-Anlage ein Maximum an Betriebsstunden erreicht. Die Steuerung basiert auf hydraulischen Einbindungsvorschlägen, wie sie unter Anlage G aufgeführt sind. Die Detailausführung der Zentralsteuerung wird auf die örtlichen Verhältnisse und die Vorgaben des Kunden abgestimmt.

Im Leistungsumfang des Vollwartungsvertrages (s. Kap. 5) ist eine Optimierung der Steuerung und ihre Anpassung an geänderte hydraulische Verhältnisse (z.B. erhöhte Rücklauftemperaturen) 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 mit folgenden standardisierten Programmfunktionen:

- Erfassung von max. sechs Prozesswerten über Temperatursensoren (Pt100), z.B. Heizungsnetztemperaturen, Außentemperatur
- Bildung eines Vorlaufswertes 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

Variante BKSM mit folgenden Programmfunktionen (zusätzlich zur 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

Variante BWKM mit folgenden Programmfunktionen (zusätzlich zur Variante BKSM):

- Freigabe und Modulation eines Brennwertkessels, ggf. analoge Sollwertvorgabe
- Laufzeitoptimierung der Kesselanlage

Variante BKK mit folgenden Programmfunktionen (zusätzlich zur Variante BK):

- Regelung von Notkühlssystemen im BHKW-Rücklauf
- Klärgasmanagement nach Gasspeicherstand und Zeit, Gasartenumschaltung

Weitere Programmfunktionen (projektspezifisch zu realisieren):

- 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
- Geregelt Kesselrücklaufanhebung
- Geregelt Brauchwasserladeschaltung
- Bildung von Stromführungssignalen (Maximumanlage, Nullbezugsregelung) aus Zählerimpulsen
- Differenzdruckregelung von Nahwärmenetzpumpen mit Redundanzmanagement und Außentemperaturabhängigkeit
- Aufbereitung von Temperaturen und Verfahrenswerten für externe Leitstellen, Steuerung von Feldbuskopplern
- Vernetzung mit Gebäudeleittechnik, Busprotokolle auf Anfrage

3.1.1. 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 und Kabelfangschiene versehen.

Der Schaltschrank ist nach den einschlägigen VDE-, DIN- und EVU-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 Anzeigeräte sind in der Fronttür eingebaut. Mit Ausnahme von Prüf- und Entriegelungstasten werden nur Schaltgeräte verwendet, die bei Netzausfall und Netz wiederkehr eine automatische Einschaltung gewährleisten.

3.1.2. Einzelkomponenten der Zentralsteuerung

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

- Leistungsschalter 35A
- Sicherungsautomaten 10 A+N für Steuerung etc., dreipolig
- Sicherungsautomaten für Gleichstrom
- Netzgerät, 230VAC / 24V DC 10A
- Steuerschalter in Türfront für folgende Funktionen:
- Freigabe Kessel Stufe1-Stufe2-Auto (Mod-Halt-Mod-Auto)
- Mischventil Pufferspeicher (Auf-Halt-Zu-Auto)
- Ladepumpe Hand-Auto
- Automatik1-0-Automatik2 als freibelegbarer Schalter
- Leuchtmelder für Betrieb- 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)
- Frequenzumformer für die temperaturgeführte Speicherentladepumpenregelung
- Temperaturerfassung
- Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS/DDC)
- Touchpanel

Frequenzumformer für die temperaturgeführte Speicherentladepumpenregelung

Der Frequenzumformer für die temperaturgeführte Speicherentladepumpenregelung hat folgende technischen Daten:

Fabrikat	Omron
Typ	JX-AB007-EF
Leistung	bis 0,75 kW
Nennspannung Eingang	230 V
Nennstrom Eingang	5 A
Nennspannung Ausgang	230 V
Nennstrom Ausgang	4 A
Regelbereich	0 – 60 Hz
Regelsignal	0 – 10 V

Temperaturerfassung

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

- Rücklauf vor BHKW
- Rücklauf zum BHKW
- Vorlauf BHKW
- Vorlauf BHKW/Speicher
- Rücklauf zum Kessel
- Vorlauf nach Kessel
- Außentemperatur
- Pufferspeicher (mehrfach)

Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS/DDC)

Die Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) hat folgende technischen Daten:

Fabrikat	Bachmann
Typ	MX207
Nennspannung	24V DC
Eingänge digital	16 .. 256
Ausgänge digital	1 .. 256
Eingänge anlog 0-10V, 0-20mA	4-12
Eingänge Pt100/Pt1000	12-32
Ausgänge analog	0-16
Schnittstellen	Ethernet, USB (host), RS232, CAN

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:

Fabrikat	Bachmann
Typ	WT205V
Nennspannung	18 .. 36V DC
Auflösung	640 x 480
Schnittstellen	Ethernet , USB (2x), RS232
Betriebstemperatur	0 .. 50°C

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

- 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 (Historienringpeicher)
- Anzeige und Bedienung von kundenspezifischen Sonderfunktionen.

Potenzialfreie Meldungen

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

- Freigabe Kesselanlage
- Störung Vorlauftemperatur
- Störung Zentralsteuerung
- 2 x Not-Aus Kette (Anschluss weiterer Feldgeräte)

Weitere Betriebs- und Störmeldungen werden projektbezogen realisiert.

Eingehende potenzialfreie Meldungen:

- Sollwert Vorlauftemperatur
- Stromanforderung
- Betrieb Kesselanlage

3.1.3. Verkabelung

Im Lieferumfang der Zentralsteuerung ist die betriebsfertige Verkabelung aller unter 3.1. genannten Elemente enthalten. Dazu gehören:

- die Lieferung sowie das Auflegen und Verlegen aller Steuer- und Leistungskabel (zB. 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 (zB. Kesselfreigabe/DDC; Liefergrenze: Abgangsklemmen der Schaltanlage) sowie
- die Lieferung und Installation der dazu erforderlichen Kabelkanäle, Kabelpritschen oder Schutzrohre inkl. Klein- und Befestigungsmaterialien gem. einschlägiger VDE-, DIN-Vorschriften.

3.2. Leistungsfeld

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

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

3.3. Zusätzlicher externer Brennwerttaucher (Brennwert-BHKW)

Das Standard-BHKW-Modul kann auch als Brennwert-BHKW mit einem zusätzlichen Brennwerttaucher geliefert werden. Der Gesamtwirkungsgrad der Anlage wird damit je nach Rücklauftemperatur um 2 - 12 Prozentpunkte auf 93 - 103 % (Typ 2726) bzw. 95 - 105 % (Typ 5450) erhöht.

Die Leistung des Brennwerttauchers ist der folgenden Tabelle zu entnehmen:

bei einer Rücklauftemperatur von:	Typ 2726	Typ 5450
30°C	20 kW	40 kW
40°C	18 kW	36 kW
50°C	12 kW	24 kW
60°C	7 kW	14 kW

Der Brennwerttauscher – beim Typ 5450 bestehend aus zwei gleichartigen zusammenschraubbaren Rohrtauscherstücken - hat folgende technische Daten:

	Typ 2726	Typ 5450
Auslegungsdruck	6 bar	6 bar
Durchströmungsart	Gegenstrom/100 %	Gegenstrom/100%
Tauscherleistung	4 - 20 kW	4 – 40 kW
Mengenstrom primär	200 - 240 m ³ /h	400 - 480 m ³ /h
Mengenstrom sekundär	1,5 - 4,5 m ³ /h	3,0 - 9,0 m ³ /h
Eintrittstemperatur primär	120°C	120°C
Eintrittstemperatur sekundär	30 - 70°C	30 - 70°C
Austrittstemperatur primär	40 - 75°C	40 - 75°C
Austrittstemperatur sekundär	40 - 71°C	40 - 71°C
Wärmedurchgangszahl	71 - 174 W/m ² K	71 - 174 W/m ² K
Max. anfallendes Kondensat	15 l/h	30 l/h
Druckverlust primär	25 mbar	25 mbar
Druckverlust sekundär	2 - 20 mbar	2 - 20 mbar
Mittlere log. Temperaturdifferenz	19,28 - 33,66°C	19,28 - 33,66°C
Austauschfläche	3,5 m ²	7,0 m ²
Wasserinhalt	15 l	30 l
Länge ohne/mit Reduzierstücken	1.500mm/2.000mm	3.000mm/3.500mm
Durchmesser (ohne Isolierung)	170 mm	170 mm
Gewicht	60 kg	120 kg
Material	Edelstahl 1.4571	Edelstahl 1.4571
Anschlussflansche Abgas ohne Red.-St.	DN 150 PN 10	DN 150 PN 10
Anschlussflansche Abgas mit Red.-St.	DN 65 PN 6	DN 80 PN 6
Anschlussflansche Wasser	DN 50 PN 6	DN 50 PN 6

Die zusätzliche Nutzung des Brennwertes der Abgase kann über den Heizungsrücklauf, aber auch über andere Sekundärmedien (zB. 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 Brennwerttauscherleistung erreicht wird. Bei (chlorhaltigem) Beckenwasser ist der Brennwerttauscher 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.

3.4. 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; hingegen ist der Einsatz von Notkühlanlagen bei Erdgas-BHKW-Modulen aus wirtschaftlichen und steuerlichen Gründen stark beschränkt.

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.

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

Plattenwärmetauscher	Typ 2726	Typ 5450
Fabrikat	GEA	GEA
Typ	M25-60	H55-80
Höhe	522 mm	522 mm
Breite	115 mm	260 mm
Länge	165 mm	199 mm
Gewicht	12,8 kg	53 kg
Medium primärseitig	Wasser	Wasser
Medium sekundärseitig	EthylenGlykol30%	EthylenGlykol30%
Eintrittstemperatur primär/sekundär	90/65°C	90/65°C
Austrittstemperatur primär/sekundär	70/85°C	70/85°C
Druckverlust primär/sekundär	85,5/68 mbar	95,5/109,5 mbar
Volumenstrom primär/sekundär	4,41/4,63 m ³ /h	8,82/9,25 m ³ /h

Rückkühler	Typ 2726	Typ 5450
Fabrikat	Küba-Kältetechnik	Küba-Kältetechnik
Typ	GAV N06-1x1 H	GAV N08-1x1 A
Höhe	1.140 mm	1.725 mm
Breite	1.153 mm	1.190 mm
Länge	1.760 mm	1.730 mm
Gewicht	142 kg	290 kg

Inhalt	13,2 dm ³	31,5 dm ³
Leistung	104,2 kW	203,3 kW
Ventilator Durchmesser	650 mm	800 mm
Ventilator motor	Typ 2726	Typ 5450
Anzahl	1	1
Drehzahl	1.370 U/min	894 U/min
Leistungsaufnahme	1.470 W	2.290 W
Nennstrom/Frequenz	2,9 A / 50 Hz	4,77 A / 50 Hz
Schutzart	IP 66	IP 66
Medium primärseitig	EthylenGlykol30%	EthylenGlykol30%
Medium sekundärseitig	Luft	Luft
Mengenstrom primär/sekundär	4,84/14.108 m ³ /h	9,44/18.600 m ³ /h
Druckverlust	320 mbar	230 mbar
Eintrittstemperatur primär/sekundär	85°C/max. 32°	85°C/max. 32°C
Austrittstemperatur primär/sekundär	70°C/max. 55,3°C	70°C/max. 66,1°C
Druckverlust primär/sekundär	85,5/93,6 mbar	95,5/109,5 mbar
Volumenstrom primär/sekundär	4,41/4,63 m ³ /h	8,82/9,25 m ³ /h
Schallimmissionen in 10 m Entfernung	56 dB(A)	55 dB(A)

3.5. Frisch- und Altölsammelbehälter

Der im BHKW-Modul enthaltene Ölnachfüllbehälter (s. Kap. 1.1.) ist von seiner Kapazität her ausreichend für das übliche Wartungsintervall von 1.000 – 1.500 Betriebsstunden. 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.

3.6. 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 saisonalen Wärmebedarfs von Liegenschaften kann der Einsatz eines mobilen BHKW-Moduls sinnvoll sein (zB. 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.

4. Rechtsvorschriften/Genehmigungsverfahren

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

Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG): Ein – vereinfachtes – Genehmigungsverfahren ist zZ. 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 BImSchG 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.

Stromsteuergesetz (StromStG): Eine generelle Steuerfreiheit des durch das BHKW-Modul erzeugten Stroms (Regelsteuersatz 2003: 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) beantragen.

Energiesteuergesetz (EnergieStG): Durch einen entsprechenden Antrag an die Zollbehörden gem. §§ 53a/53b EnergieStG kann das eingesetzte Erdgas vollständig (5,5 €/MWh) oder größtenteils (in Höhe von 4,42/4,96 €/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. Anhang III der Richtlinie 2004/8/EG vom 11.02.04 vorgelegt werden kann.

Kehr- und Überprüfungsordnung (Schornsteinfeger): Die Abnahme von Anlagen zur Abführung von Verbrennungsgasen von BHKW-Modulen ist landesrechtlich geregelt (keine Abnahmepflicht in Baden-Württemberg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen). Dicht geschweißte BHKW-Abgasleitungen sind gem. § 1 (3) Nr. 5 der bundesweit gültigen Kehr- und Überprüfungsordnung (KÜO) nicht überprüfungspflichtig. Eine genauere Orientierung bieten die entsprechenden Informations- und Schulungshefte der Schornsteigeferverbände.

Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz: Strom aus zwischen dem 19.07.2012 und dem 31.12.2020 errichteten bzw. modernisierten hocheffizienten Anlagen zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme (Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen/KWK-Anlagen) wird durch den jeweiligen Netzbetreiber zeitlich befristet wie folgt vergütet:

- **Ausgangspreis:** Generell sind die Stromnetzbetreiber 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.

- **Preiszuschläge für Neuanlagen/Ersatzanlagen und für modernisierte Anlagen (=Anlagen, deren Modernisierungskosten mindestens 50 % der Neuerrichtungskosten betragen):** Für den gesamten KWK-Strom von Anlagen mit einer elektrischen Leistung von mehr als 50 kW wird ein Zuschlag in Höhe von 5,41 ct/kWh für den Leistungsanteil bis 50 kW, 4,0 ct/kWh für den Leistungsanteil zwischen 50 kW und 250 kW, 2,4 ct/kWh für den Leistungsanteil zwischen 250 kW und 2 MW und 1,8 ct/kWh für den Leistungsanteil über 2 MW für maximal 30.000 Vollbenutzungsstunden ab Aufnahme des Dauerbetriebs gezahlt. **Anlagen mit einer elektrischen Leistung bis 50 kW** erhalten einen Vergütungs-Zuschlag in Höhe von 5,41 ct/kWh für einen Zeitraum von zehn Jahren oder 30.000 Vollbenutzungsstunden ab Aufnahme des Dauerbetriebs.

Diese Vergütungsregelungen gelten nicht für Anlagen, deren Stromeinspeisung nach dem Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) vergütet wird, und für Neuanlagen nur dann, wenn keine bestehende Fernwärmeversorgung aus KWK-Anlagen verdrängt wird.

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 (zB. Klärgas, Biogas) betrieben wird, sind die jeweiligen Netzbetreiber verpflichtet, den in das allgemeine Netz eingespeisten Strom aus ab dem Jahre 2012 in Betrieb genommenen Anlagen nach folgenden Regelungen zu vergüten:

- **Grundvergütung** in Höhe von 6,79 ct/kWh (Klärgas-BHKW bis zu einer elektrischen Leistung von 500 kW) bzw. 14,30/12,30 ct/kWh (Biogas-BHKW bis zu einer elektrischen Leistung von 150 kW/500 kW; bei höheren Leistungen weitere Vergütungsdegression).
- **Zusatzvergütungen** für Biogas-betriebene BHKW in Höhe von 6,0 bzw. 8,0 ct/kWh bei Einsatz bestimmter Stoffe für die Biogaserzeugung (Einsatzstoffvergütungsklassen I bzw. II gem. den Anlagen 2 bzw. 3 der Biomasseverordnung), sofern eine Mindest-Nutzung der Wärme gem. § 27 (4)/(5) sowie Anlage 2 des Gesetzes erfolgt. Sonderregelungen bestehen bei der Vergütung von Strom aus Biogas, das aus der Vergärung von Bioabfällen bzw. Gülle gewonnen worden ist.
- **Vergütungsdauer/-absenkung:** Die og. Vergütungssätze gelten für einen Zeitraum von 20 Jahren (zzgl. Inbetriebnahmejahr) und werden für die ab dem Jahre 2013 in Betrieb genommenen Anlagen jährlich um jeweils 1,5 % (Klärgas) bzw. 2,0 % (Biogas) abgesenkt.

5. **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 bei COMUNA-metall erhältlich) 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 ausgebaute Teile. Auf Wunsch wird auch die Fernüberwachung der Anlage übernommen. 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, die zur Abdeckung der Kosten einer grundlegenden Überholung der Anlage dient. Eine solche Grundüberholung wird durchgeführt, wenn die technische Notwendigkeit gegeben ist.

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 größtenteils an der Entwicklung der Lohnkosten orientiert.

- **Qualifiziertes Personal**

COMUNA-metall betreut z.Zt. ca. 900 BHKW-Module der Typen 2725/2726 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 Regelfalle 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.

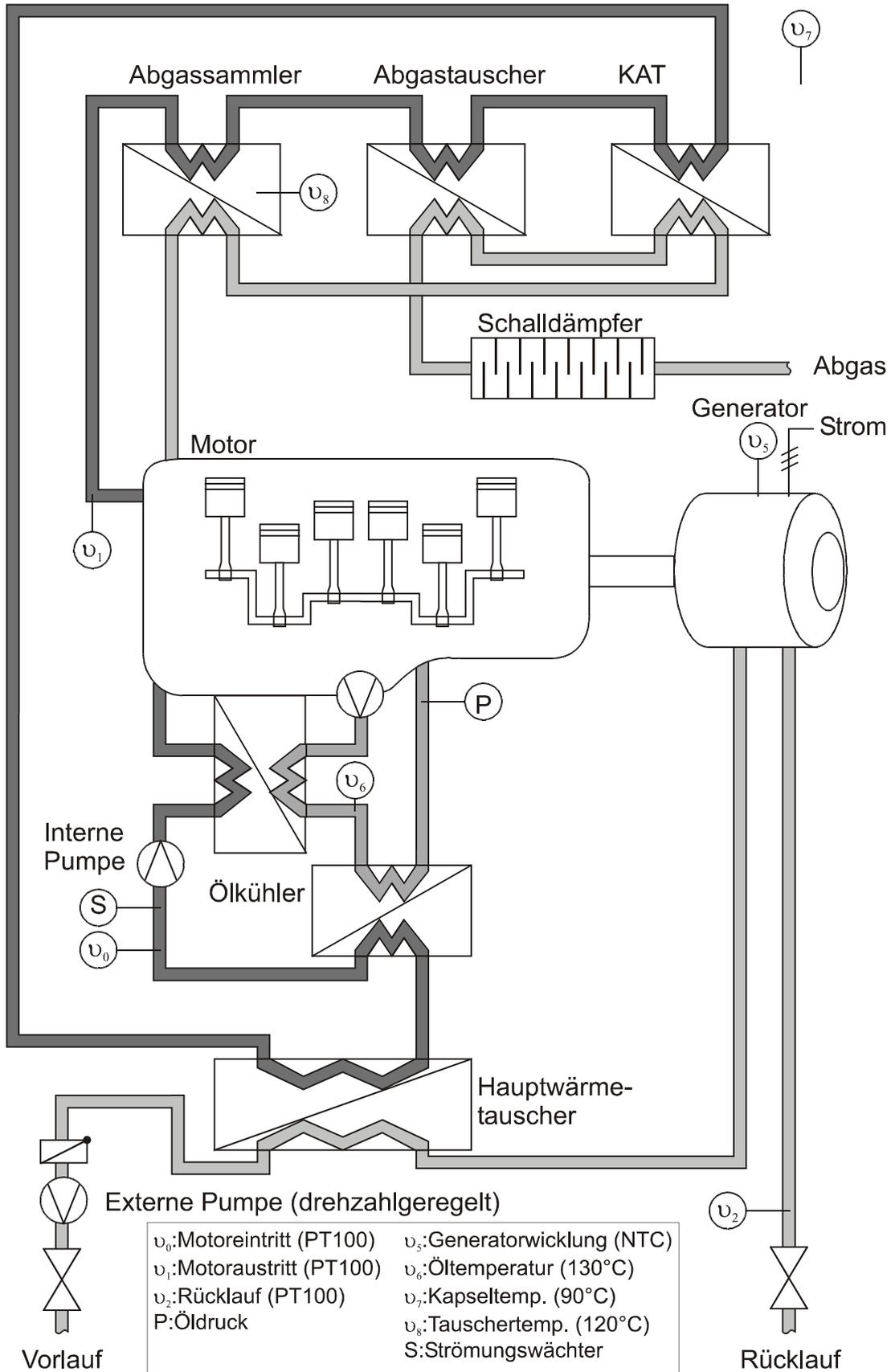
- **Kostengünstiger Materialeinkauf**

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.

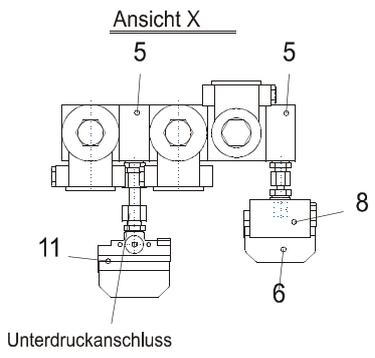
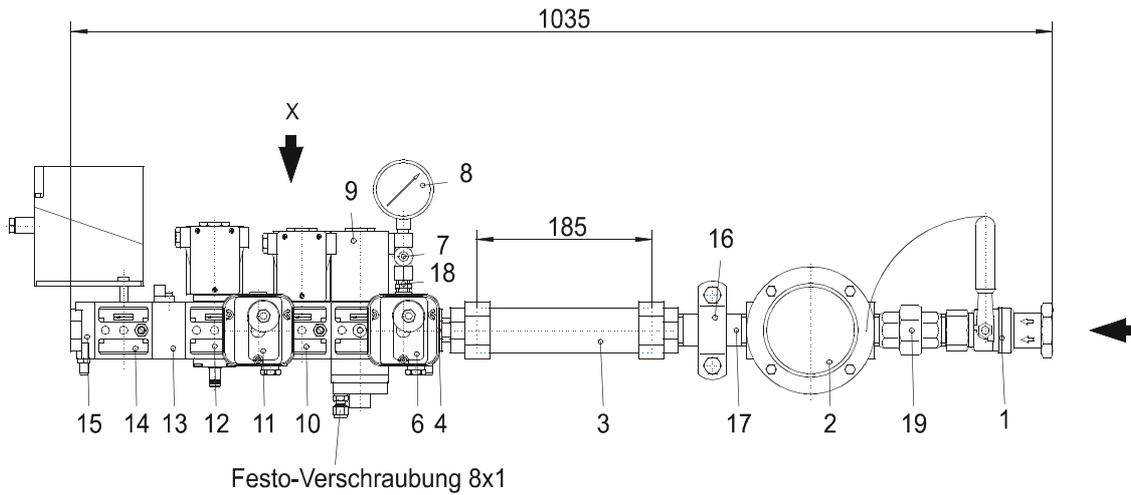
- **Kontinuierliche Anlagenmodernisierung**

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.

Anlage A: Modulhydraulik



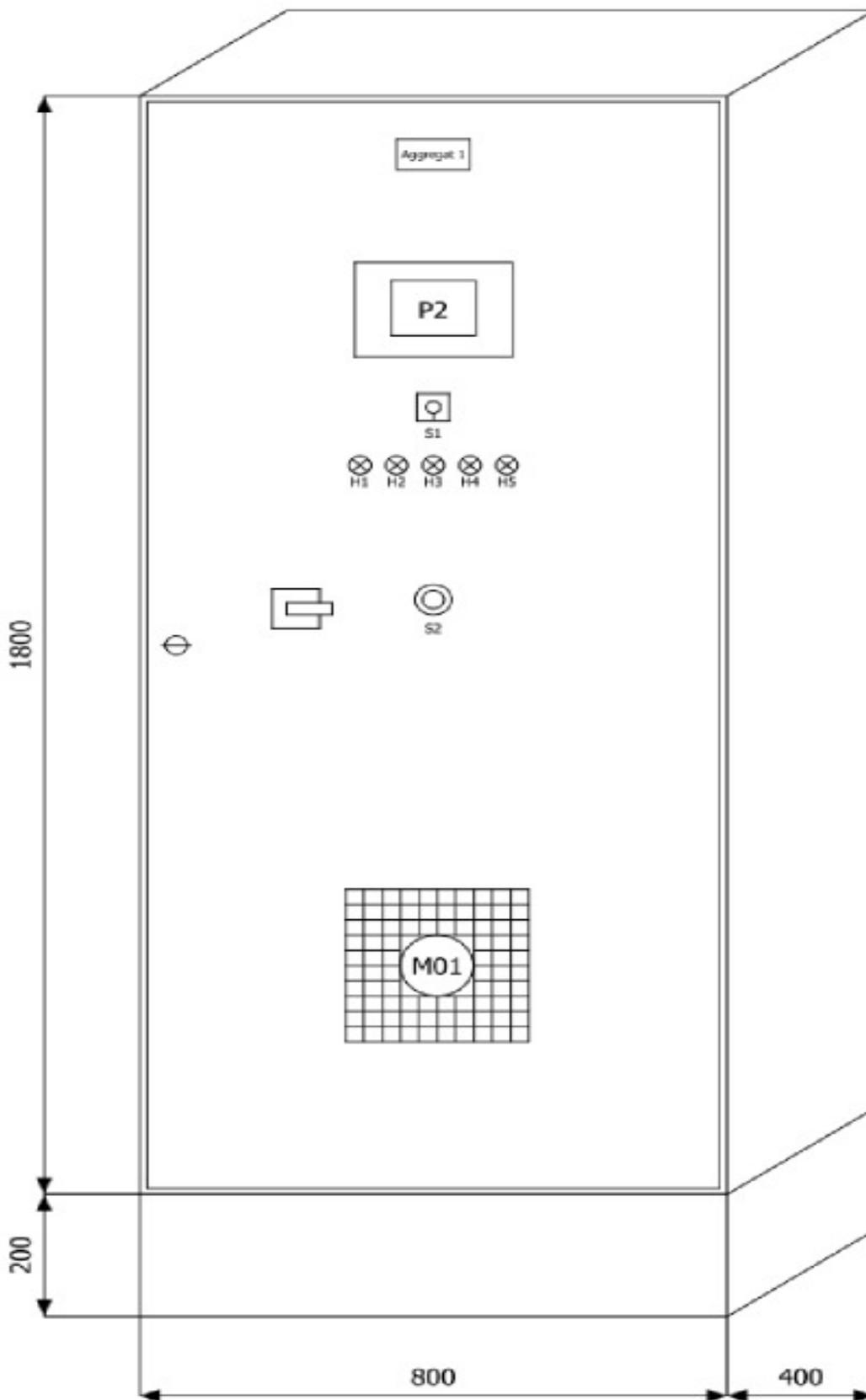
Anlage B: Gasregelstrecke für BHKW-Modul Typ 2726



19	1		Verschraubung A/A GF Nr.344-1-Zn	R 1	
18	1	03175234	Doppelnippel EN 10242-N8-1/4-Zn-A	R 1/4	
17	1	03175210	Rohrdoppelnippel EN 10241-1x100-Zn	R 1	
16	1		Rohrschelle	25	vzkt.
15	2	23001040	Anschlußflansch FL 125RP1	Rp 1	Al
14	1	15810011	Linearstellglied LFC 120ML05T60Z		Al
13	1	23021410	Drosselbaustein BV 125ML05		Al
12	1	13166011	2-stufiges Prozessventil VP 125ML02NT3		Al
11	1	84447051	Gas-Druckwächter DG 18IG-3	Rp 1/4	-2 bis -18 mbar
10	2	13101011	Gas-Magnetventil VS 125ML02NT3		Al
9	1	13201021	Gleichdruckregler mit Magnetventil GVI 125ML02T3		Al
8	1	03200182	Kapselfedermanometer KFM 250B63	G 1/4	0-250 mbar
7	1	03152141	Druckknopfahh DH 8R40	Rp 1/4	Ms
6	1	84447370	Gas-Druckwächter DG 50UG-3	Rp 1/4	2,5-50 mbar
5	2	23021110	Zwischenbaukörper PB1 1x1/2+2x1/4		Al
4	2	23001240	Anschlußflansch mit Sieb FL 125RP1-ES	Rp 1	Al
3	1	86571798	Paßstück für Durchflußmesser QA/DM	Rp 1	
2	1	81937010	Gasfilter GFK 25R10-4	Rp 1	G-AlSi
1	1	03152292	Kugelhahn AKT 25R40TAS	Rp 1	Ms, PN4
Pos	Stück	Ident-Nr.	Benennung	DN	Bemerkung

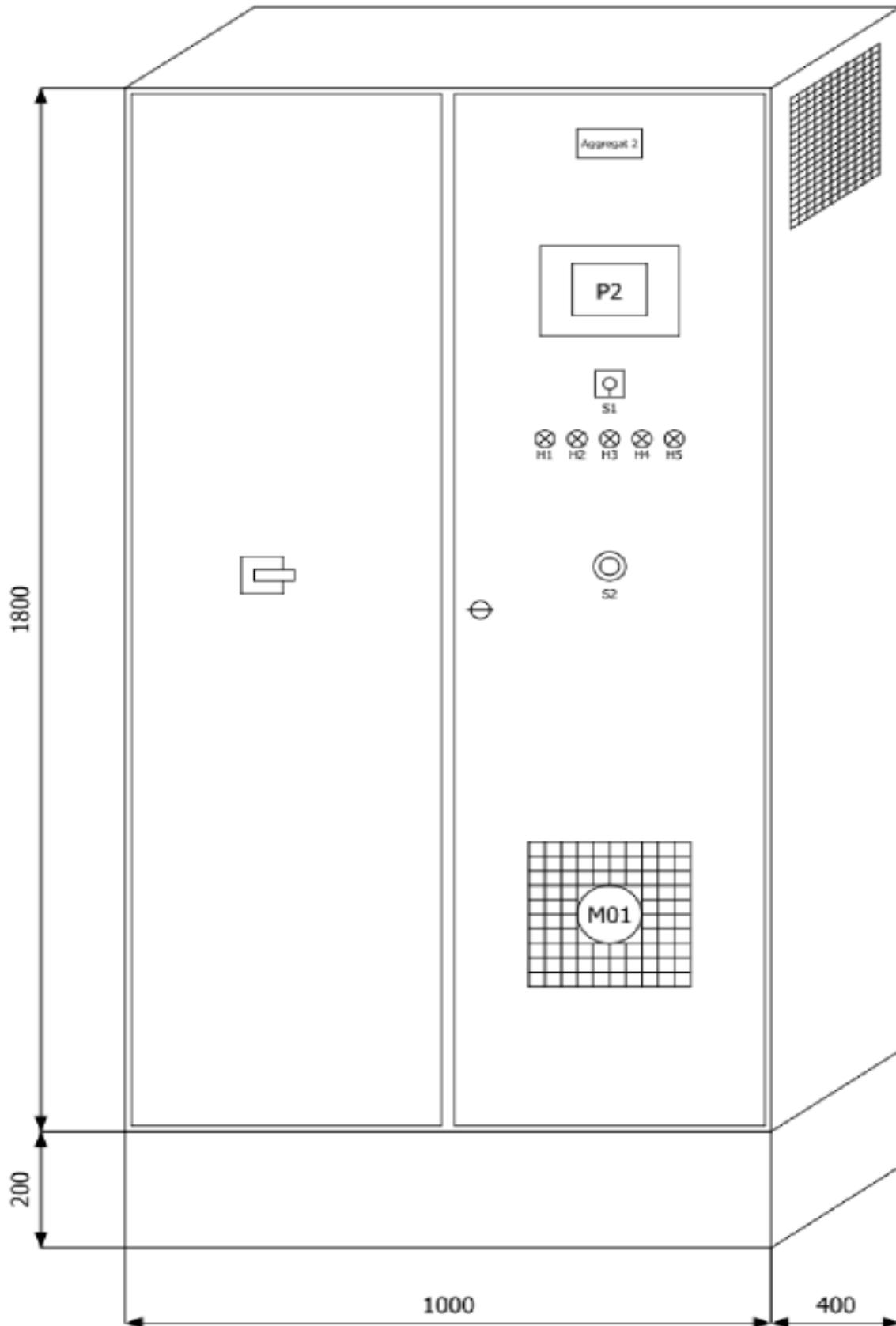
 D - 49018 Osnabrück, Germany	Kunde: COMUNA-metall GmbH, Herford Eingangsdruck: 0.02 - max. 0.12 bar Volumenstrom: 22 m ³ /h(n), Erdgas Betriebsspannung: 230 V AC	Gasdruckregel-, Sicherheitsstrecke GDRS 25R02-25R02 ZNr. 86576035
---	--	---

Anlage D: Schaltanlage für BHKW-Modul Typ 2726



- | | | |
|---------------------|-------------------------|-----------------------|
| P2 = Bedienpanel | S1 = Vorwahl Hand/Auto | S2 = Maschine Stop |
| H1 = WS Anforderung | H2 = GN Betrieb | H3 = RT Sammelstörung |
| H4 = GE Warnung | H5 = GE Ölstand/Wartung | |

Anlage E: Schaltanlage für BHKW-Modul Typ 5450



P2 = Bedienpanel

S1 = Vorwahl Hand/Auto

S2 = Maschine Stop

H1 = WS Anforderung

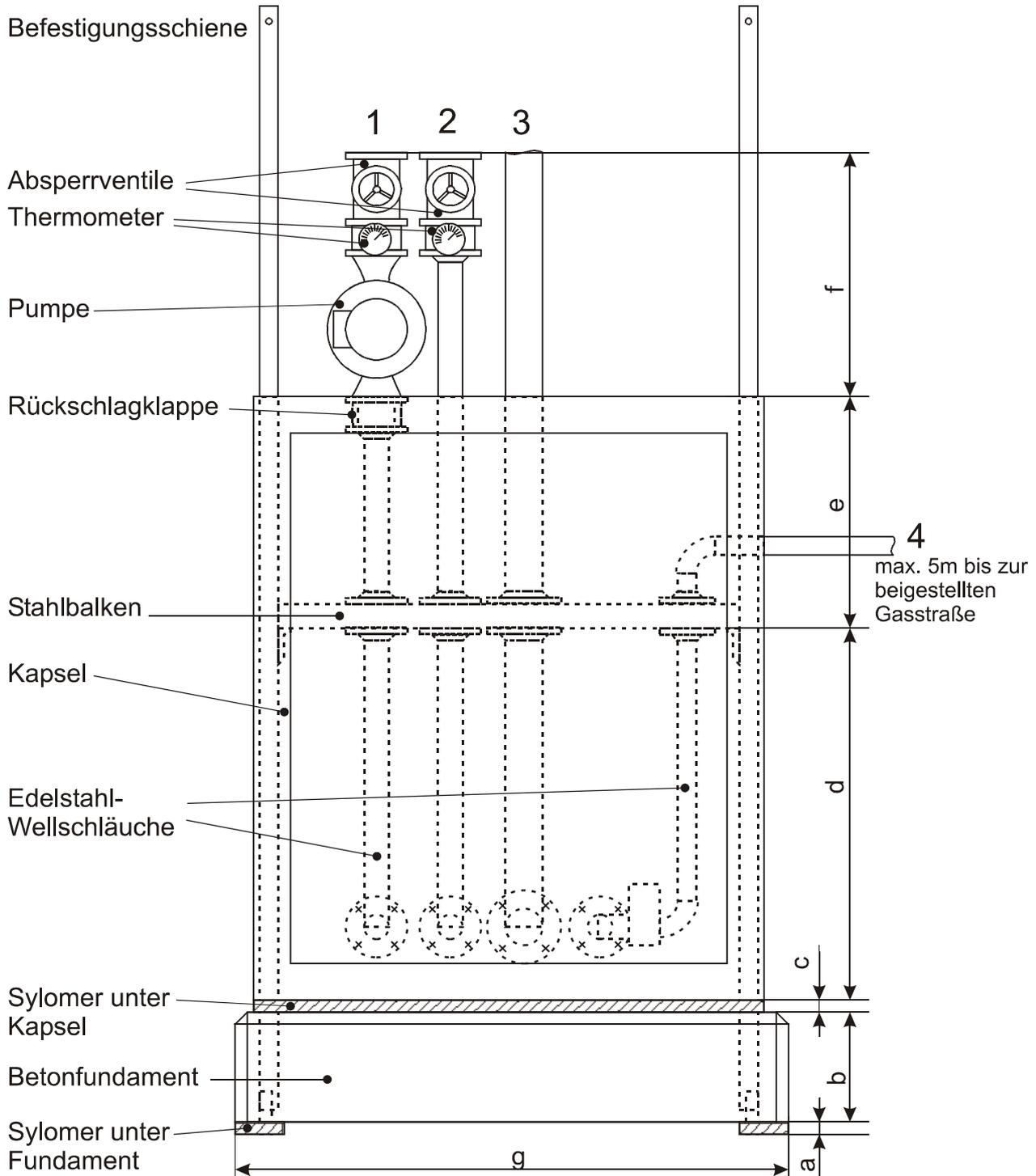
H2 = GN Betrieb

H3 = RT Sammelstörung

H4 = GE Warnung

H5 = GE Ölstand/Wartung

Anlage F: Anschlüsse und Beistellmaterial

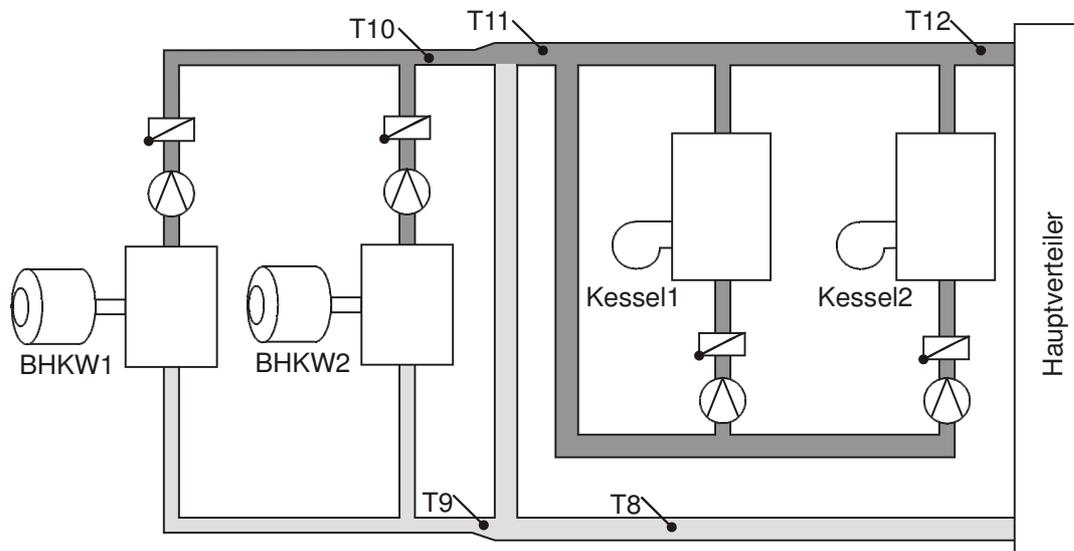


Maß	Typ 2726	Typ 5450
a	20 mm	20 mm
b	250 mm	250 mm
c	20 mm	20 mm
d	800 mm	1035 mm
e	530 mm	305 mm
f	510 mm	540 mm
g	1200 mm	1260 mm

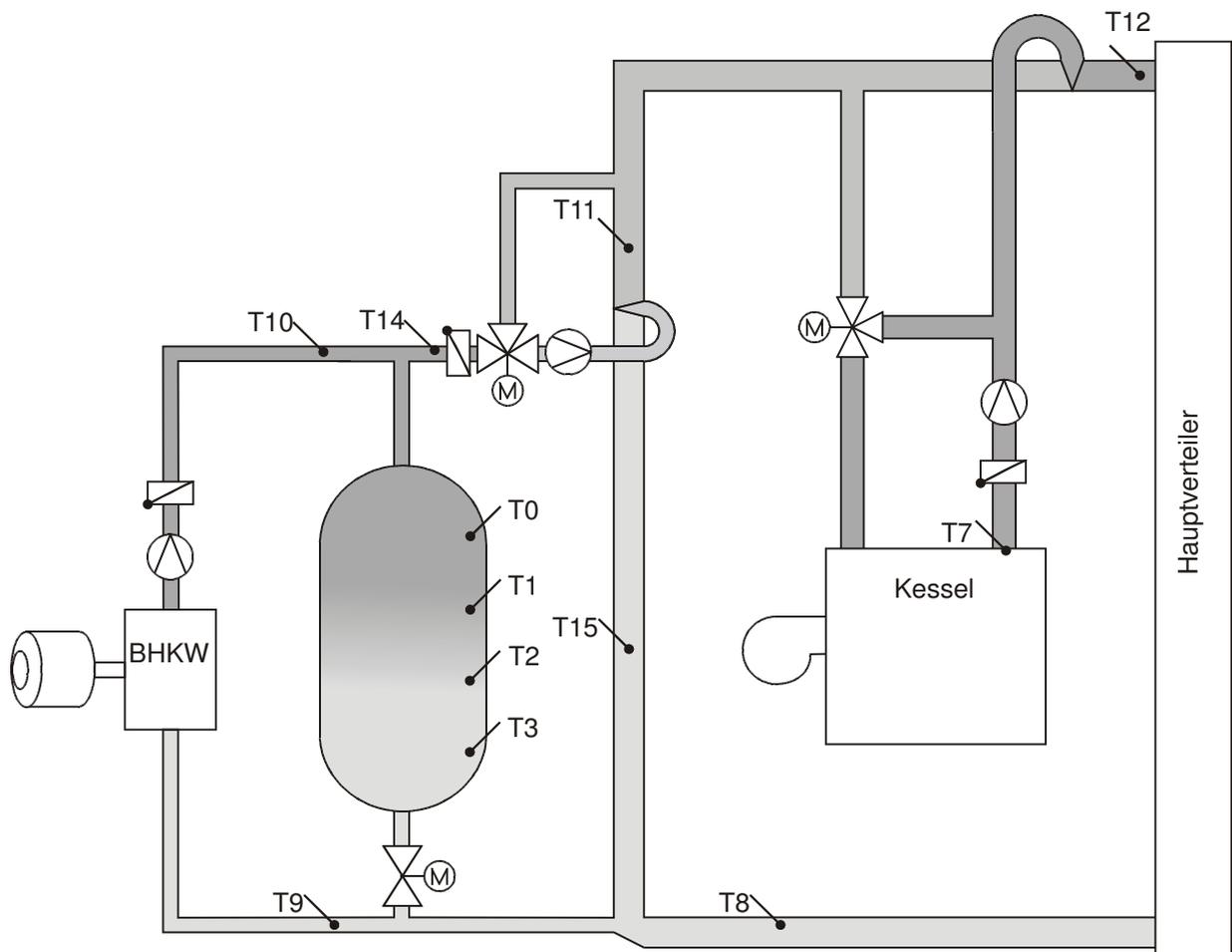
Anschlussmaße	Typ 2726	Typ 5450
1: Vorlauf	DN40	DN50
2: Rücklauf	DN40	DN50
3: Abgas	DN65	DN80
4a: Erdgas	DN25	DN40
4b: Biogas	DN40	DN40

Anlage G: Hydraulische Schaltungen (Vorschläge)

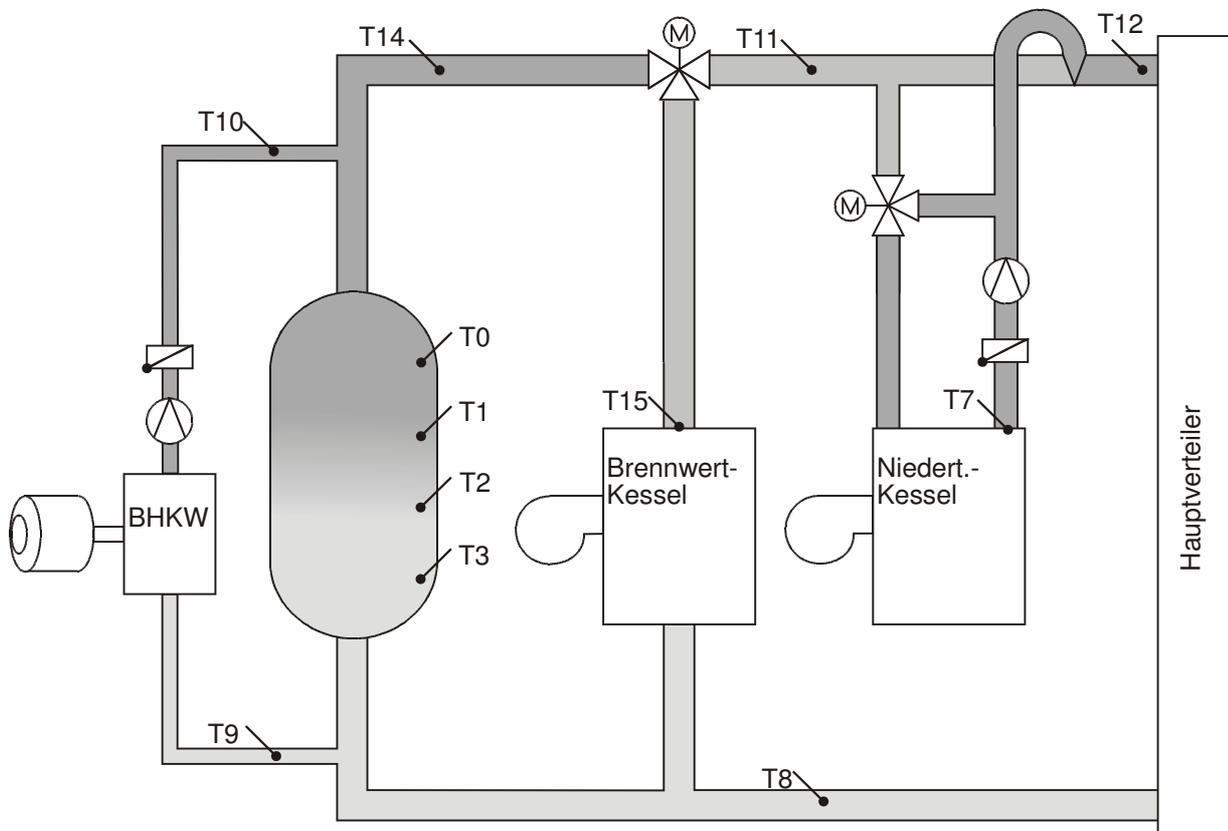
BHKW-Grundschtung (BK):



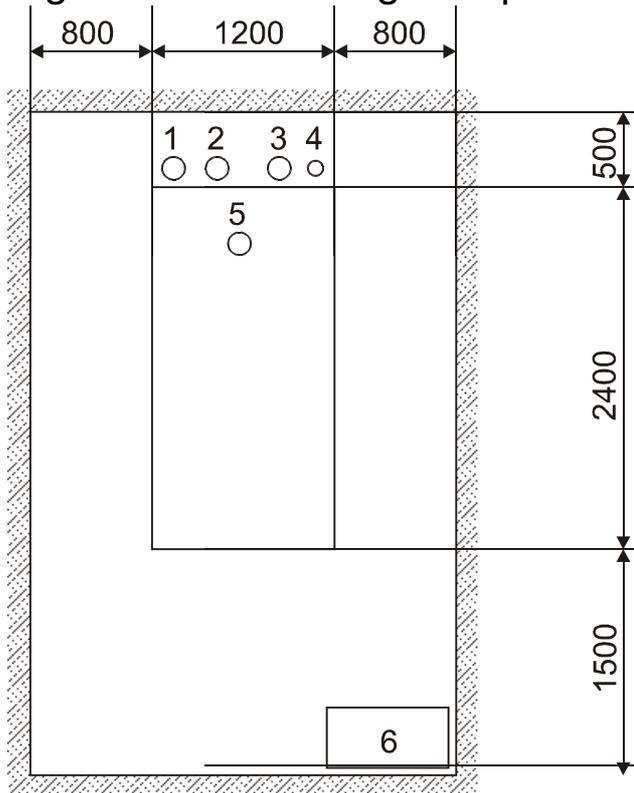
Empfohlene Lösung (BKSM):



Lösung mit Brennwertkessel (BWKM):

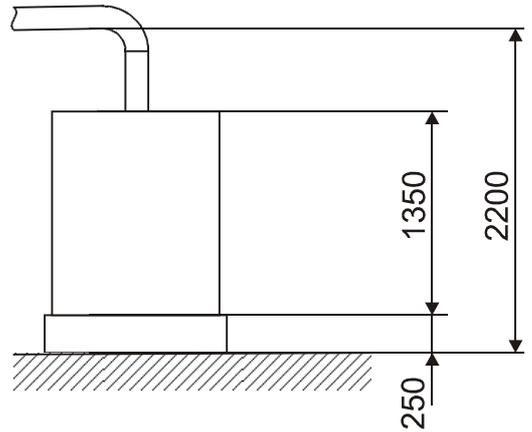


Anlage H: Aufstellungsbeispiele für Einmodulanlagen

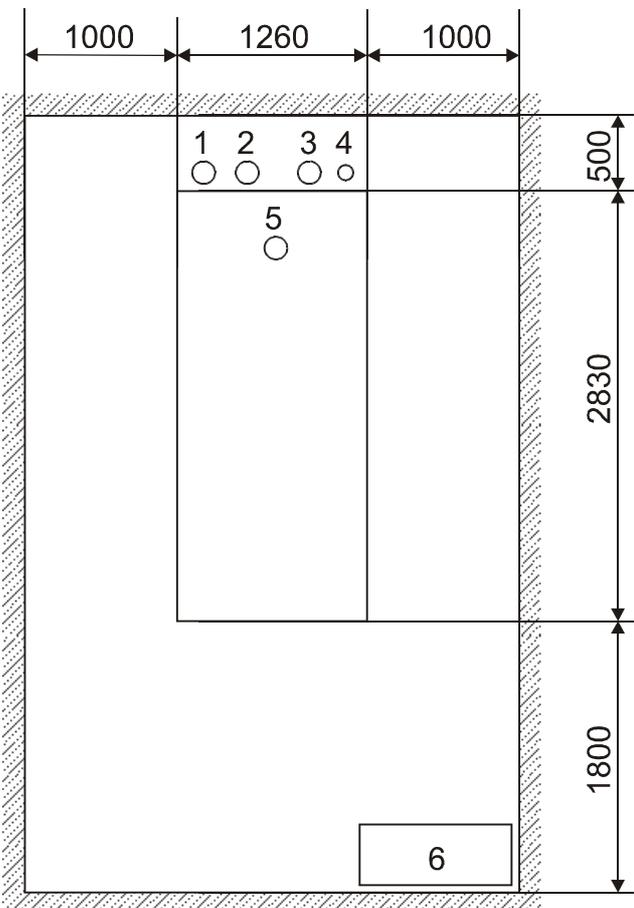


Aufstellbeispiel Einmodulanlage Typ 2726

- 1 Vorlauf
- 2 Rücklauf
- 3 Abgas
- 4 Gaszufuhr
- 5 Abluft
- 6 Schaltanlage

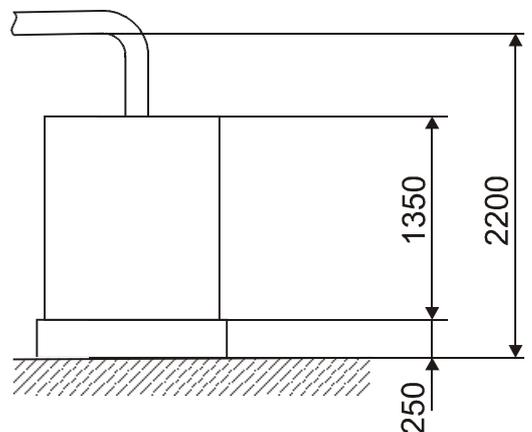


Vorderansicht, Abluffführung



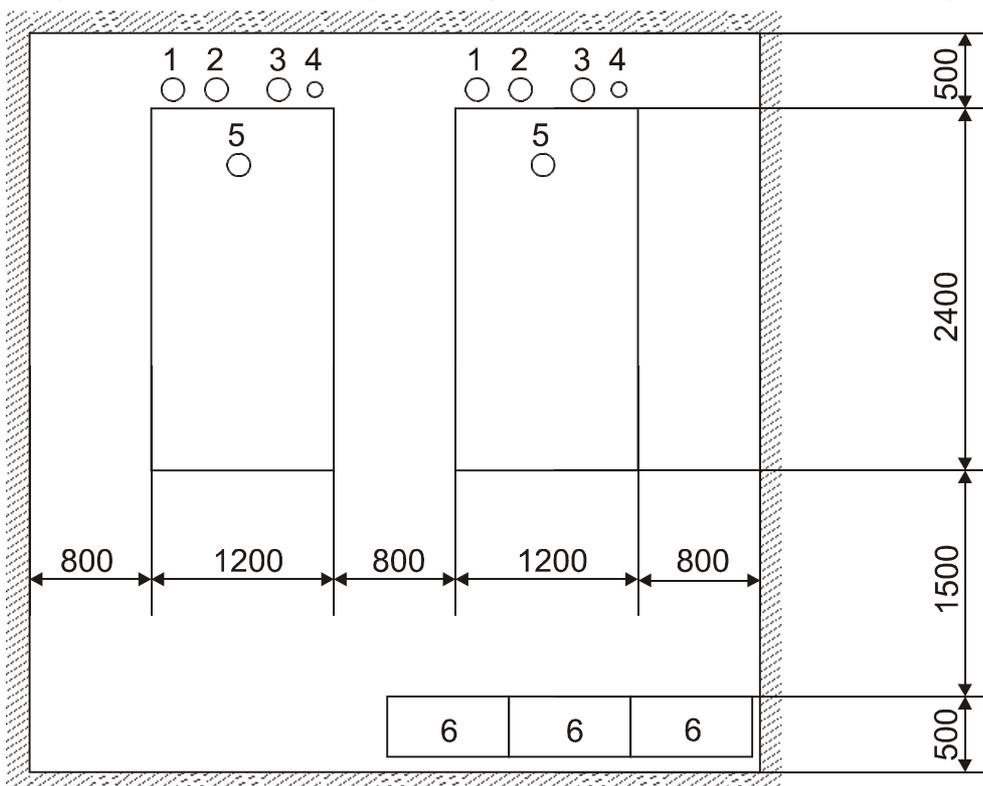
Aufstellbeispiel Einmodulanlage Typ 5450

- 1 Vorlauf
- 2 Rücklauf
- 3 Abgas
- 4 Gaszufuhr
- 5 Abluft
- 6 Schaltanlage

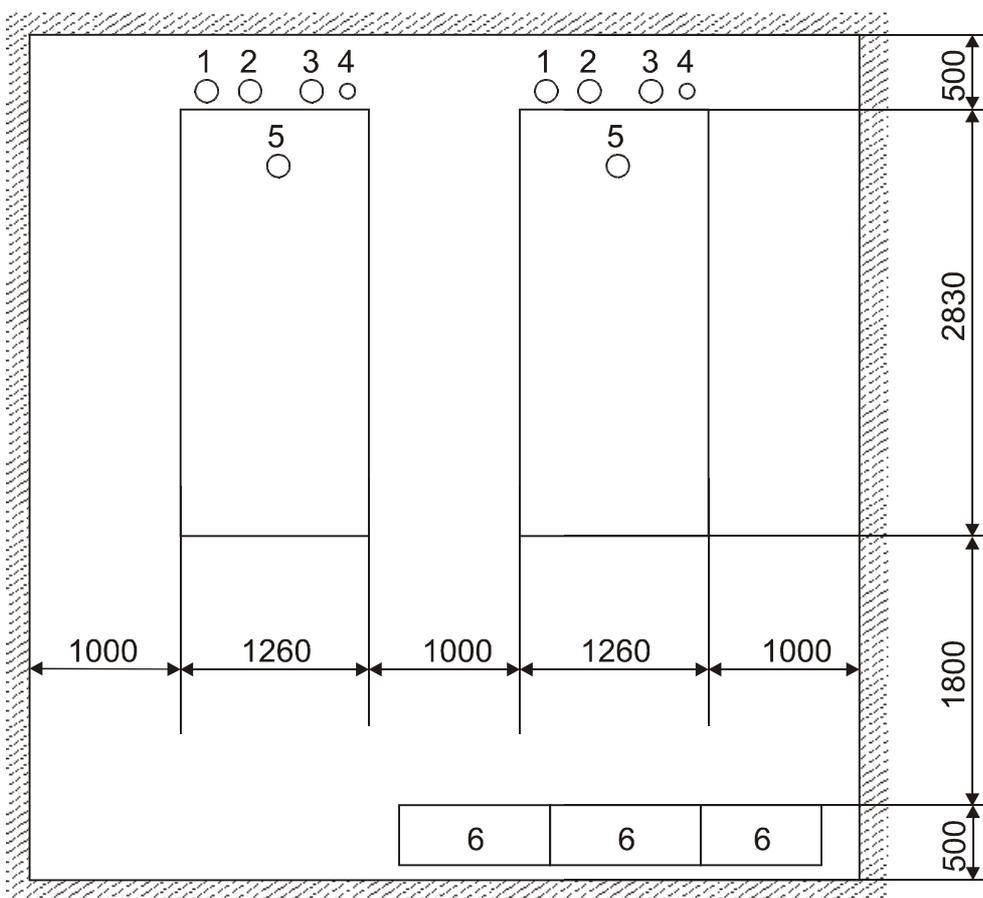


Vorderansicht, Abluffführung

Anlage I: Aufstellungsbeispiele für Zweimodulanlagen



Aufstellbeispiel Zweimodulanlage Typ 2726



Aufstellbeispiel Zweimodulanlage Typ 5450

Anlage J: Anleitung zur Erstellung eines BHKW-Fundaments

Achtung: Ist zum Zeitpunkt der Fundamenterstellung der oberste Bodenbelag noch nicht vorhanden, so muss entweder Freiraum um das BHKW-Fundament oder ein vorheriger Höhenausgleich eingeplant werden. Vor der Aufstellung des Beistellmaterials müssen die Endhöhen bekannt sein.

- Aufstellplatz festlegen und reinigen
- Beigestellte PE-Folie vollflächig unter dem Fundament auslegen
- Die vier Rahmenteile mit den Betonphasenkanten nach oben/innen zusammen montieren
- Den Rahmen innen und an den Oberkanten mit Öl einstreichen
- Erste Sylomerlage an den Längsseiten bündig zum Rahmen auslegen
- Armierung mit zwei Stahlmatten Q188 und drei gleichmäßig verteilten Körben aufbauen
- Beton der Festigkeitsklasse B25 einfüllen, rütteln und glatt abziehen. Schalrahmen reinigen
- Nach dem Aushärten Schalrahmen entfernen

Bei der Lieferung des Moduls wird das komplette Fundament zusammen mit dem BHKW-Modul angehoben und die zweite Sylomerschicht untergeschoben. Dazu muß ausreichend Freiraum zwischen den Fundamentkanten und ggf. zwischenzeitlich eingebrachtem Estrich vorhanden sein.

