

Technische Beschreibung



VITOBLOC 200 Typ BM-98/150

Blockheizkraftwerk für Biogasbetrieb
entsprechend den Anforderungen der
EU-Maschinenrichtlinie

Elektrische Leistung 98 kW
Thermische Leistung 150 kW
Kraftstoffeinsatz 291 kW



Das Gerät entspricht den grundlegenden Anforderungen der zutreffenden Normen und Richtlinien. Die Konformität wurde nachgewiesen. Die entsprechenden Unterlagen und das Original der Konformitätserklärung sind beim Hersteller hinterlegt.

Wichtige allgemeine Anwendungshinweise

Das technische Gerät nur bestimmungsgemäß und unter Beachtung der Montageanleitung, der Bedienungsanleitung und der Serviceanleitung einsetzen. Wartung und Reparatur nur durch autorisierte Fachkräfte.

Das technische Gerät nur in den Kombinationen und mit dem Zubehör und den Ersatzteilen betreiben, die in der Montageanleitung, der Bedienungsanleitung und der Serviceanleitung angegeben sind. Andere Kombinationen, Zubehör und Verschleißteile nur dann verwenden, wenn diese ausdrücklich für die vorgesehene Anwendung bestimmt sind und Leistungsmerkmale sowie Sicherheitsanforderungen nicht beeinträchtigen.

Technische Änderungen vorbehalten!

Dies ist Teil der Originalbetriebsanleitung.

Durch stetige Weiterentwicklungen können Abbildungen, Funktionsschritte und technische Daten geringfügig abweichen.

Aktualisierung der Dokumentation

Haben Sie Vorschläge zur Verbesserung oder haben Sie Unregelmäßigkeiten festgestellt, nehmen Sie bitte Kontakt mit uns auf.

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	4
1.1	Dauerleistung im Netzparallelbetrieb	5
1.2	Netzersatzbetrieb	5
1.3	Schadstoffemissionen	5
1.4	Energiebilanz	6
2	Produktbeschreibung	7
2.1	Gas-Otto-Motor mit Zubehör	7
2.2	Kupplung.....	10
2.3	Drehstrom-Synchron-Generator	10
2.4	Grundrahmen.....	10
2.5	Verrohrungen.....	11
2.6	Wärmeübertragungssystem	11
2.7	Abgasreinigungssystem und Abgasvorschalldämpfer	12
2.8	Schmierölversorgungssystem.....	12
2.9	Schalldämmhaube und Ablüfter	12
2.10	Serienmäßiges Zubehör	13
2.11	Überwachungseinrichtungen.....	14
2.12	Schaltschrank.....	15
2.13	Checkliste Netzersatzbetrieb	17
3	Wartung und Instandsetzung	18
3.1	Wartungs- und Instandsetzungsliste	19
4	Technische Daten	21
4.1	Betriebsparameter eines kompletten BHKW-Modul	21
4.2	Technische Daten eines kompletten BHKW-Moduls	23
4.3	Maße, Gewichte und Farben	25
4.4	Aufstellung.....	26
4.5	Start-Stopp-Verhältnis	26
4.6	Erneuerbare Energien Gesetz in Deutschland	26
4.7	Betriebsstoffe	28
5	Wichtige Hinweise zu Planung und Betrieb	33
5.1	Störungen	33
6	Stichwortverzeichnis	34
7	Kurzanleitung	35
8	Konformitätserklärung	36

Allgemeines

1 Allgemeines

Das Blockheizkraftwerk-Modul (BHKW-Modul) ist eine komplett, anschlussfertige Einheit mit luftgekühltem Synchrongenerator zur Erzeugung von Drehstrom 400 V, 50 Hz und Warmwasser mit einem Temperaturniveau Vorlauf/Rücklauf von 90/70 °C

bei Vollast und einer Standardtemperaturspreizung von 20 K. Jedes BHKW-Modul kann sowohl thermisch als auch elektrisch lastabhängig im elektrischen Lastbereich von 50 – 100% (entspricht 60 – 100 % thermische Leistung) betrieben werden.

Grundlieferumfang – Serienausstattung	
- Abgasreinigungsanlage und Edelstahl-Abgasvorschalldämpfer zur Erreichung von NOx-Werten gemäß TA-Luft 2002 und Reduzierung des Abgaslärms.	- Schalldämmhaube für Aufstellungen in schallkritischen Bereichen wie Krankenhäusern, Schulen und ähnlichen Einrichtungen.
- Frischluftansaugung durch temperaturabhängig gesteuerten Abluftventilator mit zusätzlicher Pressung von maximal 500 Pa für Abluftkanal.	- Schaltanlage, Platz sparend im BHKW-Modul integriert. Kein zusätzlicher Platzbedarf, kein zusätzlicher Verkabelungsaufwand.
- Datenübertragung Schnittstelle DDC zur Übertragung der BHKW-Parameter an die Gebäudeleittechnik als Hardwarebaustein RS 232 mit Datenprotokoll 3964 R (ohne RK512).	- Schaltanlage inklusive Generatorleistungsteil, Steuer-, Überwachungs- und Hilfsantriebsenteil sowie Mikroprozessorsteuerung.
- Dokumentation nach DIN 6280 Teil 14, 1x in Papierform sowie 1x auf Datenträger (PDF), in deutscher Sprache.	- Autarkes Schmierölversorgungssystem mit Vorratstank, ausgelegt für ≥ 1 Wartungsintervall.
- Fehler-Speicher zur Aufzeichnung von kompletten Fehlerketten mit Betriebsparametern zur gezielten Störungsanalyse.	- Starteranlage mit Ladegerät und wartungsfreien rüttelfesten Batterien.
- Fernwirksystem mit Übergabeklemmen der Betriebs- und Sammelstörmeldungen über potenzialfreie Kontakte zur bauseitigen Gebäudeleittechnik.	- Oberwellenarmer Drehstrom-Synchron-Generator für optionalen Netzersatzbetrieb im Inselnetz.
- Gas-Otto-Motor vom Werkslieferanten. Kein gasifizierter oder selbstentwickelter Motor.	- Wärmeübertrager gebaut und geprüft nach Druckgeräterichtlinie 97/23/EG. Betriebsdruck Heizung maximal 16 bar.
- Gasregelstrecke nach DVGW und DIN 6280 Teil 14, einschließlich thermischem Absperrventil und Gaskugelhahn.	- Werkprobelauf mit komplettem BHKW (Motor-Generator-Wärmetauscher-Schaltschrank) nach DIN 6280, Teil 15.
- Historienspeicher – elektronisches Maschinentagebuch zur lückenlosen Aufzeichnung der wichtigsten Betriebsparameter.	- Schutz des Abgaswärmetauschers vor Ausfällen durch schlechte Heizwasserqualität, Korrosion und Kavitation durch Einbindung in den internen Motorkühlwasserkreislauf
- Die BHKW-Module können als Geräte analog Kategorie 3 ausschließlich in Zone 2 oder Zone 2NE nach ATEX 137 Betriebsrichtlinie 99/92/EG eingesetzt werden. (→ Seite 35 Konformitätserklärung Teil 2).	- Geeichter Stromzähler sowie elastische Verbindungen im Lieferumfang enthalten.
- Fertigung nach DIN ISO 9001 und Konstruktion nach EU-Maschinenrichtlinie	

Tab. 1 Grundlieferumfang Serienausstattung

Allgemeines

1.1 Dauerleistung im Netzparallelbetrieb

Leistungen und Wirkungsgrade siehe S. 21 Tab. 6. Die Leistungen und Wirkungsgrade entsprechen den Normen ISO 3046/1 und DIN 6271, bei 25 °C Lufttemperatur, 100 kPa Luftdruck (bis 100 m Aufstellhöhe ü. NN), 30% relativer Luftfeuchte und Methanzahl 100 sowie Blindleistungsfaktor $\cos \phi = 1$. Die Toleranz für alle Wirkungsgrade und Wärmeleistungen beträgt 8 %. Für Energieeinsätze beträgt die Toleranz 5 %.

Alle weiteren Daten des BHKW-Moduls gelten für den Netzparallelbetrieb. Die Angaben für den Teillastbereich erhalten Sie zur Information, jedoch entsprechend ISO und DIN ohne Gewähr.

Als Brennstoff ist Biogas gemäß BHKW-Herstellervorschrift zulässig. Daten für andere Aufstellbedingungen und Gasqualitäten auf Anfrage.

Stromkennzahl

Die Stromkennzahl ist nach Arbeitsblatt AGFW FW308 als Quotient aus der elektrischen Leistung dividiert durch die Wärmeleistung definiert. Der Wert gemäß Tabelle 6 (Seite 21) liegt im definierten Bereich zwischen 0,5 und 0,9 für verbrennungsmotorische KWK-Anlagen.

1.2 Netzersatzbetrieb

Bei entsprechender Auslegung der bauseitigen Niederspannungshauptverteilung (NSHV) sind die BHKW-Module auch als Netzersatzaggregate bei Stromnetzausfall im Netzersatzbetrieb einsetzbar.

Im Falle eines Netzausfalles bei stillstehendem BHKW können der Start und die automatische Zuschaltung zur Ersatzschiene des ersten BHKW-Modules innerhalb von 15 Sekunden erfolgen.

Um im Netzersatzbetrieb über ausreichend Regelreserven zu verfügen, wird die Leistung um 10% reduziert. Die ersatzstromberechtigten Verbraucher sind stufig (z. B. 40% – 40% – 10%) zuzuschalten.

Die Heizwasserrücklauftemperatur darf sowohl im Netzersatzbetrieb als auch im Netzparallelbetrieb einen Wert von 65°C nicht überschreiten.

Die Netzersatzbetrieb-Funktion gilt **nicht** in Verbindung mit dem Betrieb einer Absorptionskälteanlage.

1.3 Schadstoffemissionen

Die folgenden Emissionswerte nach der Abgasreinigung beziehen sich auf trockenes Abgas bei 5 % Restsauerstoffgehalt.

Emissionswerte	
NO _x -Gehalt, gemessen als NO ₂	< 500 mg/Nm ³
CO-Gehalt	< 1.000 mg/Nm ³
Formaldehyd CH ₂ O	< 60 mg/Nm ³

Tab. 2 Emissionswerte nach Abgasreinigung

1.4 Energiebilanz

Die Energiebilanz stellt Ihnen grafisch den Energiefluss des BHKW-Modules dar.

Die Energiebilanz veranschaulicht die Umwandlung der Primärenergie (Biogas, 100%) in elektrische und thermische Nutzenergie. Die bei dieser Umwandlung auftretenden Verluste sind ebenfalls dargestellt.

Die elektrische Nutzenergie entsteht durch den Verbrennungsvorgang im Gas-Otto-Motor und wird über dessen Drehbewegung über einen Synchron-Generator in Strom umgewandelt.

Die thermische Nutzenergie entsteht ebenfalls durch den Verbrennungsvorgang im Gas-Otto-Motor. Sie verteilt sich auf die Abgaswärme, das Sammelrohr, den Motorblock und das Motorschmieröl und dient der Erwärmung von z. B. Heizungswasser.

Der Gesamtwirkungsgrad eines BHKW-Moduls ergibt sich aus der Summe von elektrischer und thermischer Nutzenergie.

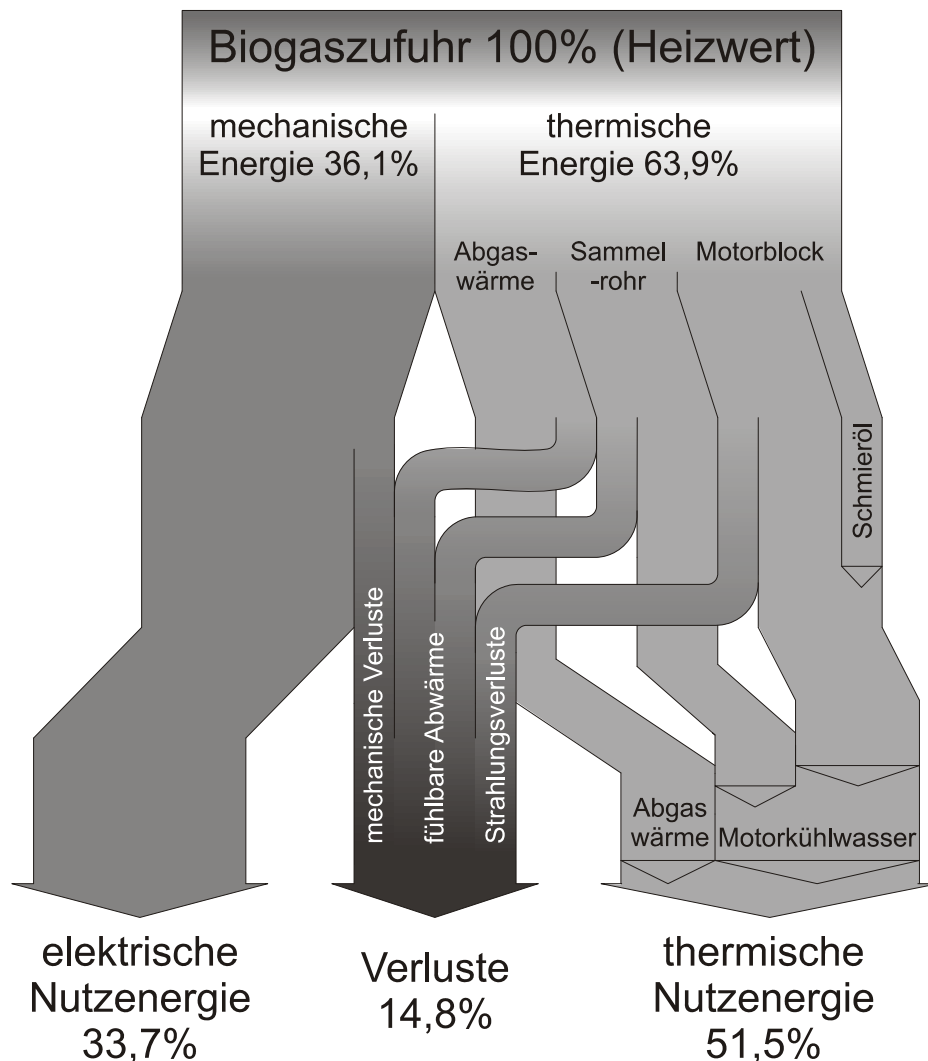


Abb. 1 Energiebilanz des BHKW-Modul

2 Produktbeschreibung

Das BHKW-Modul besteht aus unterschiedlichen Baugruppen und -teilen, die Ihnen in diesem Kapitel erklärt werden. Die Baugruppen und -teile gehören zum Lieferumfang des BHKW-Moduls.

2.1 Gas-Otto-Motor mit Zubehör

2.1.1 Gas-Otto-Motor

Der Gas-Otto-Motor wird als Verbrennungsmotor (Saugmotor) ohne Turboaufladung mit einem Luftverhältnis von $\lambda > 1$ betrieben.

Die Kühlung der Kolbenböden wird durch einen Druckölstrahl gewährleistet. Die Abgase werden über ein wassergekühltes Abgassammelrohr abgeleitet.

Komponenten

Das Kurbelgehäuse ist zusammen mit dem Zylinderblock in einem Stück gegossen. Den Abschluss des Kurbelgehäuses bildet die Zylinderbank mit 6 Zylindern, die in Reihe angeordnet sind. Die Zylinderlaufbuchsen sind nasslaufend, auswechselbar und aus Gusseisen gefertigt. An der Schwungradseite des Kurbelgehäuses ist der Räderkasten angeordnet. Er nimmt die Kurbelwellendichtung und die Antriebszahnräder für Nockenwelle und Ölpumpe auf. Die Kurbelwelle aus Chrom-Molybdän-Stahl ist im Gesenk geschmiedet und nitridgehärtet. Sie ist jeweils am Ende und zwischen den Zylindern gelagert. Die Kurbelzapfen sind für die Lagerung von jeweils einer Pleuelstange vorgesehen.

Die Lagerschalen sind aus Blei/Bronze mit einem Blei/Indium-Belag und mit einem Stahlrücken versehen. Die Pleuelstangen sind ebenfalls aus Chrom-Molybdän-Stahl, im Gesenk geschmiedet und schräg gestellt.

Die Kolben sind aus einer ausdehnungsarmen Aluminiumlegierung hergestellt. Durch die Form der Kolbenkrone entsteht eine offene Brennkammer. In die Kolbenkrone sind drei Nuten für die Kolbenringe eingelassen. Die Nockenwelle ist aus einer Gusseisen/Chrom-Legierung mit gehärteten Nocken hergestellt und an den Enden sowie jeweils zwischen den Kolben gelagert.

Sie ist tief liegend im Kurbelgehäuse angeordnet. Die Zylinderköpfe aus Gusseisen für jeden Zylinder sind am Kurbelgehäuse befestigt. Sie sind mit Kühlkanälen, Bohrungen für die Aufnahme der Zündkerzen und jeweils einem Ein- und Auslassventil pro Zylinder versehen. Die hängend angeordneten Ventile sind mit auswechselbaren Ventilführungen versehen.

2.1.2 Motorschmierölsystem

Der Motor wird über eine Druckumlaufschmierung geschmiert.

Aus dem Ölsumpf wird das Öl über die Zahnradgetriebene Ölpumpe zunächst durch den Ölkühler, ausgeführt als Öl-/Wasser-Rippenrohrkühler, gefördert. Die Reinigung des Schmieröls erfolgt über eine im Hauptstrom befindliche Ölfilterkartusche mit Papiereinlage. Von dort wird das gefilterte Öl über verschiedene Ölkanäle verteilt.

Das Öl schmiert die Kurbelwellenlager, die Pleuellager und den Kolbenzapfen, die Nockenwellenlagerung und die Kipphebel. Die Schmierung der Zahnräder im Getriebekasten wird durch Spritzöl innerhalb des Kurbelgehäuses sichergestellt. Die Kurbelraumventilöffnung ist über einen Ölabscheider an die Verbrennungsluftansaugung angeschlossen.

Komponenten

Das Motorschmierölsystem besteht aus dem Ölsumpf, einer Ölpumpe, einem Ölfilter mit Papiereinlage und verschiedenen Ölkanälen.

Besonderheiten

Die Kurbelraumventilöffnung ist über einen Ölabscheider an die Verbrennungsluftansaugung angeschlossen.

Produktbeschreibung

2.1.3 Motorkühlsystem

Der Motor wird über einen geschlossenen Wasserkreislauf gekühlt.

Die Pumpe drückt das Kühlwasser zunächst durch den Ölkühler in das Kurbelgehäuse. Über die integrierten Kühlwasserkanäle innerhalb des Kurbelgehäuses wird die Kühlung der Zylinderlaufbuchsen und der Zylinderköpfe sichergestellt. Nach Durchströmen des wassergekühlten Abgassammelrohres tritt das Kühlwasser wieder aus dem Motor aus.

Komponenten

Das Motorkühlsystem besteht aus einer elektrisch angetriebenen Pumpe, einem Sicherheitsüberdruckventil und einem Membranausdehnungsgefäß.

Besonderheiten

Der Motor ist vor zu niedrigen Kühlwassertemperaturen infolge zu niedrig temperierten Heizungswasser-Rücklaufes oder zu großem Heizungswasservolumenstrom durch geeignete Maßnahmen wie Rücklaufanhebung oder hydraulische Schaltung zu schützen. Folgeschäden aufgrund von Dauerbetrieb außerhalb der zulässigen Betriebsparameter sind von der Gewährleistung ausgeschlossen.

2.1.4 Motoranlasser

Der Motoranlasser unterstützt den Startvorgang des Gas-Otto-Motors.

Das Einrückrelais dient sowohl zum Verschieben des Ritzels beim Einspurvorgang in den Zahnkranz des Motors, als auch zum Schließen der Kontaktbrücke zum Einschalten des Starter-Hauptstroms.

Der Einspurtrieb des Einspurgetriebes ist so ausgebildet, dass sich die Schubbewegungen des Einrückrelais und die Drehbewegungen des elektrischen Startermotors bei jeder denkbaren Einspursituation überlagern können. Der Freilauf (Überholkupplung) bewirkt, dass bei antreibender Ankerwelle das Ritzel mitgenommen wird, jedoch bei schneller laufendem Ritzel („Überholen“) die Verbindung zwischen Ritzel und Ankerwelle gelöst wird.

Komponenten

Der Motoranlasser ist mit einem Einrückrelais und einem Einspurgetriebe ausgerüstet. Der Schubtriebanlasser hat eine Versorgungsspannung von 24 V bei einer Leistungsaufnahme von 6,5 kW.

2.1.5 Batteriestarteranlage

Die zwei Batterien liefern dem Motoranlasser und der Zündanlage (24 V) die elektrische Energie für den Startvorgang des Motors. Ebenfalls liefern die Batterien die elektrische Energie für die Überwachungs- und Regelungseinrichtungen (24V).

Komponenten

Die zwei Batterien (Bleibatterien, 170 Ah, 2 × 12V) sind wartungsfrei und mit Flüssigelektrolyt gefüllt.

Besonderheiten

Die Batterien werden trocken vorgeladen geliefert und bei der Inbetriebnahme des BHKW-Moduls befüllt.

2.1.6 Verbrennungsluftfilter

Der Verbrennungsluftfilter filtert die dem Gas-Otto-Motor zugeführte Verbrennungsluft.

Komponenten

Der Verbrennungsluftfilter ist ein zweistufiger Trockenluftfilter aus voll recyclingfähigem Kunststoff mit auswechselbarer Papierfilterpatrone. Er ist in der Luftzuleitung (am Filteraustritt) eingebaut. Der maximale Unterdruck darf vor dem Gasmischer 30 mbar betragen.

Besonderheiten

Der Luftfilter muss nach den Vorgaben des Wartungsplans und unter Berücksichtigung der spezifischen Bedingungen am Aufstellort gewartet werden.

Produktbeschreibung

2.1.7 Gasstraße und Gas-Luft-Mischer

Die Gasversorgung des BHKW-Moduls erfolgt über eine lose gelieferte buntmetallfreie Sicherheitsgasstraße (Komponenten zugelassen nach DVGW) in Modulbauweise.

Die Gasstraße ist in unmittelbarer Nähe zum Motor über dem Modul anzuordnen.

Der Gas-Luft-Mischer mit angeflanschter Drosselklappe arbeitet nach dem Venturi-Prinzip und mischt das Gas mit der Verbrennungsluft.

Komponenten und Funktionen

Die Gasstrecke ist im Lieferumfang des BHKW-Modul nach DIN 6280 Teil 14 enthalten und besteht aus:

– Gasfeinfilter (der Lieferung beiliegend)

Der Gasfeinfilter schützt nachgeschaltete Geräte vor Verschmutzung. Die Wirrfaser-Flies-Filtermatte aus Polypropylen bietet eine hohe Durchflussleistung, einen hohen Reinigungsgrad und lange Standzeiten. Der Gasfeinfilter wird außerhalb des Moduls montiert.

– Elastische Edelstahlschlauchleitung (der Lieferung beiliegend)

Zur Körperschallentkopplung zwischen Gasfeinfilter und Kugelhahn mit thermisch auslösender Absperrvorrichtung.

– Kugelhahn mit thermisch auslösender Absperrvorrichtung

Ein Schmelzeinsatz arretiert einen von einer Druckfeder vorgespannten Schließkörper. Wenn die Auslösetemperatur von 92–100 °C erreicht ist, gibt der Schmelzeinsatz den Schließkörper frei. Dieser schießt in eine Schließkontur und bildet eine Presspassung, die auch dann erhalten bleibt, wenn die Druckfeder durch den weiteren Temperatureinfluss ihre Kraft verliert.

– Gasdruckwächter für Minimaldruck

Der Gasdruckwächter ist für den Einsatzbereich nach DIN 3398 Teil 1 und Teil 2 konzipiert und für fallenden Druck ausgelegt.

– Zwei Magnetventile

Die zwei Magnetventile sind als Gassicherheitsventile der Gruppe B nach DIN 3391/3394, EN 161 ausgelegt. Die Magnetventile bestehen aus einem federbelasteten Ventilteller und einem Sieb zum Schutz des Ventilsitzes. Die Startgasmenge und der Volumenstrom sind einstellbar. Das Ventil ist stromlos geschlossen.

– Dichtheitskontrolle

Gemäß EU-Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95 Anhang II) ist eine Dichtheitskontrolle im Lieferumfang enthalten.

Sie besteht aus einer Überwachungselektronik zum Einbau in den Schaltschrank des BHKW-Moduls und einem Druckwächter. Sie ist für Gasregelstrecken mit zwei Sicherheitsventilen geeignet und überprüft vor dem Start oder nach Abstellung die sichernde

Funktion der Ventile. Sie hat die Aufgabe, eine unzulässige Undichtheit an einem der Gasventile festzustellen und den BHKW-Start zu verhindern.

– Nulldruckregler zum Ausregeln auf Nulldruck nach Gasstraße

Der Nulldruckregler hält das Gas-Luft-Gemisch konstant. Der Nulldruckregler ist mit einer Vordruckausgleichsmembran für eine hohe Regelgenauigkeit bei wechselnden Vordrücken und mit einem Nullabschluss ausgerüstet.

– Linearstellglied

Das Linearstellglied arbeitet nach dem Drehschieberprinzip für linearen Durchfluss und stellt das Gas-Luft-Gemisch für die Lambda-Regelung ein.

– Elastische Edelstahlschlauchleitung

Die elastische Edelstahlschlauchleitung befindet sich im BHKW-Modul.

– Gas-Luft-Mischer mit Drosselklappe

– Geprüfte Deflagrationssicherung gemäß DVGW G 262

Sicherung zur Verhinderung eines Flammendurchschlages in Rohrleitungen. Einsetzbar als Detonationssicherung für filtergereinigte Gase. Mit Widerstandsthermometer. BAM- und PTB- geprüft; mit Bauartzulassung.

Besonderheiten

Der Gasfließdruck am Übergabepunkt BHKW – Gasregelstrecke muss 25–50 mbar betragen.

2.1.8 Zündanlage

Die Zündanlage unterstützt den Startvorgang des Gas-Otto-Motors.

Über einen Nockenwellen-Pick-up wird nur während des Einlasstaktes gezündet. Der Zündversatz der einzelnen Zylinder wird über entsprechende Bohrungen am Nockenwellenrad realisiert.

Komponenten

Die Zündanlage ist als kontaktlose elektronische Kondensatorentladungszündanlage auf Nockenwellenbasis ausgeführt.

Sie besteht aus Zündspulen (eine Spule pro Zylinder), der elektronischen Zündverteilung, dem Drehzahlaufnehmer für die Nockenwelle, Silikon-Zündkabel, Kerzenstecker und den Hochleistungs-Industriezündkerzen für stationäre Gasmotoren.

Besonderheiten

Die Zündanlage bietet Einstellmöglichkeiten für den Zündzeitpunkt während des Betriebes und Ein- und Ausgänge für externe Zündzeitpunktverstellung. Ebenfalls können die Sicherheitseinrichtungen abgeschaltet werden.

2.2 Kupplung

Die Kupplung (Flanschkupplung) verbindet den Gas-Otto-Motor mit dem Drehstrom-Synchron-Generator.

Komponenten

Die Flanschkupplung besteht aus Silikon-Gummi und ist hochelastisch, axial steckbar. Sie ermöglicht eine torsionselastische Verbindung zwischen Gas-Otto-Motor und Drehstrom-Synchron-Generator. Der auf Drehschub beanspruchte, scheibenförmige Gummikörper dämpft die Drehschwingungen und ermöglicht den Ausgleich von Fluchtungsfehlern.

Das Gummischiebenelement ist am inneren Durchmesser an einen Nabenkörper direkt anvulkanisiert. Zum Kupplungsflansch besteht eine am Elementumfang vorhandene Nockenverzahnung, wodurch eine im Betrieb nahezu spielfrei formschlüssige Steckverbindung entsteht.

2.3 Drehstrom-Synchron-Generator

Der Drehstrom-Synchron-Generator erzeugt mithilfe seiner Drehbewegung elektrischen Strom.

Der Drehstrom-Synchron-Generator wird über eine Kupplung von dem Gas-Otto-Motor angetrieben. Er ist über ein Zwischengehäuse starr an den Gas-Otto-Motor angeflanscht.

Komponenten

Der Drehstrom-Synchron-Generator ist mit einer automatischen $\cos\varphi$ -Regelung für den Betrieb zwischen $\cos\varphi = 0,8$ induktiv $-1,0$, mit einer einstellbaren Statikeinrichtung, einer elektronischen Spannungsregelung mit Unterdrehzahlschutz und mit einer zusätzlichen Permanentmagnet-Erregermaschine ausgestattet.

Die standardmäßige 2/3 gesehnte Statorwicklung ermöglicht einen oberwellenarmen Netzparallelbetrieb. Dämpferwicklung für Parallelbetrieb mit anderen Generatoren ist eingebaut. Eine Wicklungstemperaturüberwachung ist eingebaut.

Besonderheiten

Der selbstregelnde, bürstenlos ausgeführte Drehstrom-Innenpol-Synchron-Generator entspricht den einschlägigen Vorschriften nach VDE 0530 und DIN 6280 Teil 3 sowie dem Qualitätsstandard ISO 9002.

2.4 Grundrahmen

Der Grundrahmen trägt das BHKW-Modul (Gas-Otto-Motor, Drehstrom-Synchron-Generator, Kühlwasserpumpe, Kühlwasser-Ausdehnungsgefäß, Wärmetauscher, Abgasvorschalldämpfer, Abgasreinigung, Schmierölversorgungssystem, Schaltanlage und Schallschutzelemente). Im oberen Bereich und seitlich im unteren Bereich sind Träger lösbar, um bei Revisionsarbeiten ohne Behinderung mit Hebehubzeug, Deckenkran o. ä. größere Baukomponenten zu heben.

Komponenten

Der Grundrahmen besteht aus einer verwindungssteifen Hohlprofilkonstruktion aus massivem Normstahl. Die hydraulischen Schnittstellen für Gas, Abgas, Kondensat, Heizungswasser und Modulentlüftung sind anschlussfertig für die bauseitigen Weiterführungen auf der so genannten „Anschlussseite“ herausgeführt. Die anderen drei Seiten sind für Bedienung und Wartung frei zugänglich. Auf dem Grundrahmen sind Gummielemente montiert, welche die schwingende Motor-Generator-Einheit aufnehmen. Der Grundrahmen wird auf vier höhenverstellbaren Elastomer-Puffern auf dem Boden ohne feste Verankerung aufgestellt.

Produktbeschreibung

2.5 Verrohrungen

Die Verrohrung ist werkseitig vormontiert und verbindet die wichtigsten Elemente des BHKW-Aggregats (Kühlwasserwärmeübertrager, Abgaswärmeübertrager und Motor). Die Elemente sind komplett kühlwasser-, heizungs- und abgasseitig verrohrt und soweit erforderlich isoliert.

Komponenten

Alle Rohrverbindungen sind zur Schwingungsentkopplung mit Metallkompensatoren und flexiblen Schlauchverbindungen versehen und als Flansch- oder flachdichtende Schraubverbindungen ausgeführt. Wasserführende Leitungen sind in Normstahl, die abgasführenden Rohrleitungen sind einschließlich Schalldämpfer in Edelstahl ausgeführt.

2.6 Wärmeübertragungssystem

Das Wärmeübertragungssystem besteht aus dem Abgaswärmeübertrager und dem Kühlwasserwärmeübertrager. Diese Wärmeübertrager nutzen – über den Wärmeübergang – die anfallende Abwärme aus Motor und Abgas.

Besonderheiten

Die Wärmetauscher sind nach der Druckgeräterichtlinie 97/23/EWG ausgelegt und mit den Rohrleitungen soweit erforderlich isoliert.

2.6.1 Abgaswärmeübertrager

Der Abgaswärmeübertrager überträgt die Abwärme aus den Abgasen des Gas-Otto-Motors in den Wasserkreislauf.

Die Austrittskammer ist demontierbar, so dass eine mechanische Reinigung leicht, umweltfreundlich und kostengünstig durchgeführt werden kann.

Komponenten

Der Abgaswärmeübertrager verfügt über eingeschweißte Rohrböden aus Edelstahl 1.4571 und ein Gerad-Rohrbündel (optimale Reinigungsmöglichkeit).

Die Eintrittskammer ist aus Edelstahl 1.4828 und die Austrittskammer aus Edelstahl 1.4571 gefertigt. Der Außenmantel besteht aus Normstahl und verfügt über seitliche Wasseranschlüsse mit Flanschverbindungen nach DIN.

Besonderheiten

Der Abgaswärmeübertrager ist in den Motorkühlkreislauf („Innerer Kühlkreislauf“) eingebunden. Er ist somit vor Thermospannungen infolge mangelhafter Heizungswasserqualität geschützt.

2.6.2 Kühlwasserwärmeübertrager (Plattenwärmeübertrager)

Der gelötete Plattenwärmeübertrager überträgt die Abwärme aus Gas-Otto-Motor und Abgas in den Wasserkreislauf.

Komponenten

Der Plattenwärmeübertrager besteht aus einem Plattenpaket, das mit 99,99 %igem Kupfer im Vakuumverfahren verlötet ist.

Jede zweite Platte ist um 180° in der Ebene gedreht, wodurch sich zwei voneinander getrennte Strömungsräume bilden, in denen die Medien (Motorkühlwasser, Heizungswasser) im Gegenstrom geführt werden. Die Prägung der Platten verursacht einen hochturbulenten Durchfluss, der eine sehr effektive Wärmeübertragung schon bei geringen Volumenströmen ermöglicht.

Besonderheiten

Der Wärmeübertrager ist gestellos für die Rohrleitungs montage ausgeführt, der Werkstoff für die Platten ist Edelstahl, Werkstoff 1.4404 (AISI316).

Produktbeschreibung

2.7 Abgasreinigungssystem und Abgasvorschalldämpfer

Nach der Abgasreinigung und dem Abgaswärmeübertrager wird das Abgas durch den liegend im Rahmen angeordneten Edelstahl-Abgasvorschalldämpfer geführt.

2.8 Schmierölversorgungssystem

Jedes BHKW-Modul ist mit einer Einrichtung für die Schmierölstandsüberwachung ausgerüstet. Mit dem Schauglas ist der Ölstand erkenn- und kontrollierbar. Über eine elektrische Niveauekontrolle mit Alarmkontakt kann der Minimal- und Maximalwert kontrolliert werden. Der Ölverbrauch wird aus einem Schmierölvorratsbehälter, mit einem Volumen ausgelegt für \geq ein Wartungsintervall, gedeckt.

Die Altölmenge kann mit freiem Gefälle aus dem BHKW-Modul abgelassen werden. Es wird in einem Altölgebilde aufgefangen und entsorgt. Die Frischölfüllung wird in der Regel mit 20-Liter-Kanistern vorgenommen.

Komponenten

Das Schmierölversorgungssystem besteht aus einer Schmierölstandsüberwachung, einem Schauglas, einer elektrischen Niveauekontrolle mit Alarmkontakt (Öl-min., Öl-max.) und Nachfüllkontakt mit Ventilansteuerung, einem Schmierölvorratsbehälter, Frischölbehälter (mit außen liegender Verbrauchsanzeige), einem Einfüllstutzen, einer Tropfölwanne und einer Auffangwanne (unter dem BHKW-Modul).

Besonderheiten

Aus Sicherheitsgründen nehmen die Tropföl- und Auffangwanne den gesamten Inhalt aus der Motorölwanne, dem Frischölbehälter und dem Motorkühlwasser auf und entspricht somit dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG).

2.9 Schalldämmhaube und Ablüfter

Die Verkleidung des BHKW-Moduls besteht aus Schalldämmhaube und -elementen für die Motor/Generatoreinheit und den Verkleidungen der Wärmetauschereinheit. Der Ablüfter sorgt für die Entlüftung des BHKW-Moduls.

Komponenten

Die Schalldämmelemente bestehen aus Stahlblech, ausgekleidet mit Kombinationselementen aus Verbundschaum (200 kg/m^3) und hoch absorbierendem Weichschaum mit zusätzlicher Oberflächenverhautung. Die $25 \mu\text{m}$ dünne Beschichtung ist weitgehend beständig gegen Benzin- und Motorölspritzer und leicht zu reinigen. Die Oberflächenversiegelung schützt vor mechanischer Beschädigung und besitzt eine hervorragende Alterungsbeständigkeit. Brandverhalten gemäß FMVSS 302 bzw. DIN 75200.

Die Frischluftansaugung befindet sich in der Bodenplatte.

Das Frequenzmittel der Schalldämmung der Haube beträgt ca. 20 dB. Der anschließende Segeltuchstutzen ist im Lieferumfang enthalten.

Besonderheiten

Für Revisionsarbeiten kann die Trägerkonstruktion demontiert werden, um mit geeignetem Hebezeug ohne Behinderung arbeiten zu können.

Für Montagearbeiten kann die Verkleidung des BHKW-Moduls leicht abgenommen werden.

Ablüfter mit maximal 500 Pa Pressung für stabile Betriebsverhältnisse bei erhöhten Zulufttemperaturen bis ca. $35 \text{ }^\circ\text{C}$.

Produktbeschreibung

2.10 Serienmäßiges Zubehör

2.10.1 Schmieröltank-Erstbefüllung

Zum Lieferumfang des BHKW-Moduls gehört die Bereitstellung von mineralischem Gasmotorenöl für Biogasbetrieb (nach Freigabeliste des BHKW-Herstellers) in der Gebindegröße 60 Liter zur Erstbefüllung des im BHKW-Modul integrierten Schmieröltanks.

Lieferung

Beistellung in Kanistern



HINWEIS!

Die Freigabelisten der Motorhersteller weichen im Umfang von den Freigabelisten der BHKW-Hersteller ab, da die Motorhersteller das Schmierölintervall in Abhängigkeit von den Ergebnissen der jeweils durchzuführenden Schmierölanalysen festlegen.

2.10.2 Bausatz elastische Verbindungen

Elastische Verbindungen dienen zur optimalen Körperschallentkopplung an den Rohranbindungen des BHKW-Moduls.

Komponenten

- 1 Abgas-Axialkompensator - Nennweite DN 100, Flansch PN 10, Baulänge 130 mm, mit DVGW-Zulassung
- 2 Heizung-Ringwellschlauchleitungen - Nennweite DN 50, Flansch PN 10, Nennlänge NL 1000, mit Losflansch PN 10, aus Stahl
- 1 Gas-Axial-Kompensator - NW DN 40 PN 6, Balg aus Edelstahl 1.4571, mehrlagig, mit Verschraubungen aus Temperguss, verzinkt, Baulänge 198 mm (ungespannt), mit DVGW-Zulassung
- Abluft-Segeltuchstutzen (auf Ablüfterbox bereits montiert), Flachflansch 380 x 380 mm P20

Lieferung

Lose Beistellung zur bauseitigen Montage

2.10.3 kWh-Stromzähler

Jedes BHKW-Modul ist mit einem geeichten kWh-Stromzähler inklusive Wandler ausgestattet.

Lieferung

Einbau im Modulschaltschrank



HINWEIS!

Eichsiegel durch staatlich anerkannte Prüfstelle beim Hersteller. Gültigkeit der Eichung 8 Jahre. Nach deutscher Eichvorschrift kein separates Gutachten oder Zertifikat notwendig, jedoch ist der Messgerätebesitzer zur Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen verpflichtet!

2.10.4 Bausatz Heizwasser-Rücklauf- temperaturerhöhung

Wenn die Heizwasser-Rücklauf-temperatur unter 60 °C liegt, wird eine Rücklauf-temperaturerhöhung benötigt.

Komponenten

- Drei-Wege-Ventilkörper - Nennweite DN 50, Flansch PN 16, k_{vs} -Wert 40 m³/h
- Elektromotor-Stellantrieb (ohne Notstellfunktion) - stetig 0–10 V, Versorgung: 24 V AC aus BHKW-Schaltschrank
- Trafo für Ventil-Versorgungsspannung (24 V AC)
- Regler zur Verarbeitung der Informationen und Regelung der Rücklauf-temperaturerhöhung, im BHKW-Schaltschrank montiert

Lieferung

Lose Beistellung zur bauseitigen Montage



ACHTUNG!

Der Bausatz Heizwasser-Rücklauf-temperaturerhöhung beinhaltet **nicht** die Heizwasserpumpe!

Produktbeschreibung

2.11 Überwachungseinrichtungen

Überwachung durch Geber für Öldruck, Kühlwassertemperatur, Abgastemperatur, Heizungswassertemperatur und Drehzahl sowie Geber für min.

Kühlwasserdruck, min. Schmierölniveau und Sicherheitstemperaturbegrenzer, einschließlich Verkabelung zum Schaltschrank.

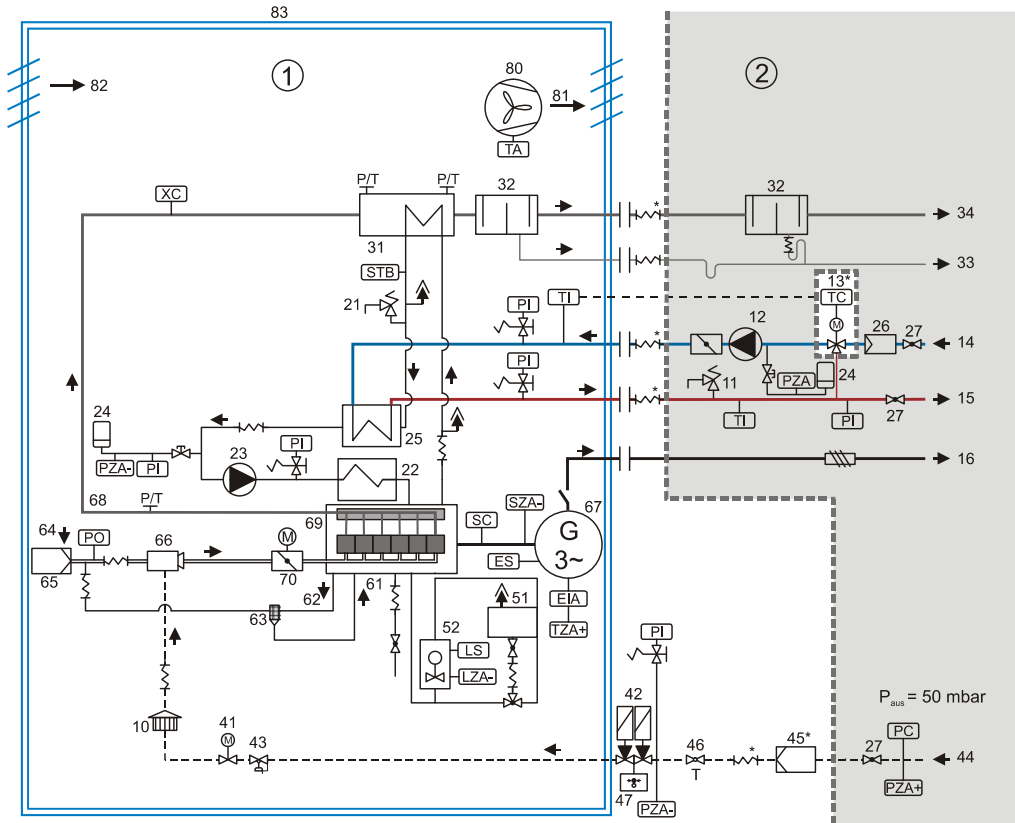


Abb. 2 Überwachungseinrichtungen

Gesamtlegende:

- 1 BHKW-Modul (Lieferumfang)
- 2 Baueitige Leistungen
- 10 Deflagrationssicherung (Biogas)
- 11 Sicherheitsventil (Heizungswasser)
- 12 Heizungswasserpumpe
- 13 Rücklauftemperatur-Regelung
- 14 Heizungswasser-Rücklauf
- 15 Heizungswasser-Vorlauf
- 16 Kraftstrom 400 V, 50 Hz
- 17 Gemisch-Kühlwasser Vorlauf
- 18 Gemisch-Kühlwasser Rücklauf
- 19 Gemisch-Kühlwasserpumpe
- 21 Sicherheitsventil (Motorkühlwasser)
- 22 Ölkühler
- 23 Kühlwasserpumpe
- 24 Membranausdehnungsgefäß
- 25 Kühlwasserwärmetauscher
- 26 Schmutzfänger
- 27 Absperrventil
- 31 Abgaswärmetauscher
- 32 Schalldämpfer
- 33 Kondenswasser Austritt
- 34 Abgasaustritt
- 35 Katalysator
- 41 Lambda-Regelventil
- 42 Magnetventil
- 43 Nulldruckregler

- 44 Gasanschluss
- 45 Gasfilter, lose Beistellung
- 46 Gaskugelhahn mit thermischem Sicherheitsventil
- 47 Dichtheitskontrolle
- 51 Schmieröl-Zusatztank (Frischöl)
- 52 Nachfüllautomatik mit Niveauanzeige Schmieröl
- 61 Schmieröl-Rücklauf (vom Ölabscheider)
- 62 Kurbelraumentlüftung
- 63 Ölabscheider
- 64 Verbrennungsluft
- 65 Luftfilter
- 66 Gas-Luft-Mischer
- 67 Generator
- 68 Abgassammelleitung
- 69 Motor
- 70 Drehzahlregler und Drosselklappe
- 71 Turbolader
- 72 Gemischkühler (Intercooler) (1. Stufe)
- 73 Gemischkühler (Intercooler) (2. Stufe)
- 74 Abblaseventil Niedertemperaturkreis
- 80 Ablüfter
- 81 Abluft
- 82 Zuluft
- 83 Schalldämmhaube

Messstellen:

- EIA Generator-Anzeige-Überwachung
- ES Generatorleistung-Steuerung
- LS Füllstands-Steuerung
- LZA Minimal-Füllstands-Kontrolle
- P Druck
- PC Druckregelung
- PI Druckanzeige
- PO Optische Druckanzeige
- PZA- Minimaldruck-Abschaltung
- PZA+ Maximaldruck-Abschaltung
- SC Drehzahlregler
- STB Sicherheits-Temperaturbegrenzer
- SZA- Unterdrehzahl
- T Temperatur
- TA Ablufttemperatur vor Lüfter
- TC Temperaturregelung
- TI Temperaturanzeige
- TZA+ Generator-Wicklungstemperatur-Überwachung
- XC Lambda-Sonde

* Lose Beistellung zur bauseitigen Montage

** Optionale Ausstattung

Produktbeschreibung

2.12 Schaltschrank

Der Schaltschrank ist am BHKW-Modul angebaut.
Alle folgenden Komponenten einschließlich der Verkabelung befinden sich innerhalb des BHKW-Moduls.

2.12.1 Kurzbeschreibung

Generatorleistungsteil
Leistungsschalter vierpolig, mit thermisch-magnetischem Auslöser, Handbetrieb
Generatorschutz
Stromwandlersatz
Steuer-, Überwachungs- und Hilfsantriebsenteil
Synchronisierung und Netzüberwachung
Steuerungen und Relais für die KW-Pumpe, Anlasser, Ablüfter, Gasstraße
Leistungsregelung für Warmlauf, Fest- und Gleitwert mit Rampenfunktion bei Start und Stopp Drehzahl- und Leistungsregelung durch elektronischen Drehzahlregler mit elektrischem Stellglied auf Gemischdrosselklappe wirkend
Steckdose 230 V für Wartung
Schlüsselschalter für Sicherheitsabstellung (Not-Stopp)
Batterieladegerät
Mikroprozessorsteuerung
Display zur Anzeige der Betriebs- und Störwerte in Fenster-Technik
2 getrennte Mikroprozessoren, jeweils für den Start-Stopp-Ablauf für Netzparallel- und Netzersatzbetrieb inklusive Lambda-Regelung sowie Netzschutz/Netzüberwachung
Getrennte passwortgeschützte Zugangsebenen für EVU, Parametrierung und Handbedienung
Potenzialfreie Eingänge für Fernstart, Fest- und Gleitwertregelung sowie Netzersatzstart
Historienspeicher zur Aufzeichnung der min-max Analogwerte zwecks Optimierung des Betriebes
Fehler-Speicher zur unlöschbaren Aufzeichnung von kompletten Fehlerketten mit Betriebsparametern zur gezielten Störungsanalyse
Schnittstelle DDC über RS 232 mit Protokoll 3964R (RK 512 entsprechend der bauseitigen Hard- und Software kundenseitig zusammenzustellen) – andere Schnittstellen auf Anfrage
Betriebs- und Sammelstörmeldungen über potenzialfreie Kontakte
Option Datenfernüberwachung

Tab. 3 Komponenten des Schaltschranks

Produktbeschreibung

2.12.2 Prinzipschaltbild der elektrischen Einbindung im Netzparallel- und Netzersatzbetrieb

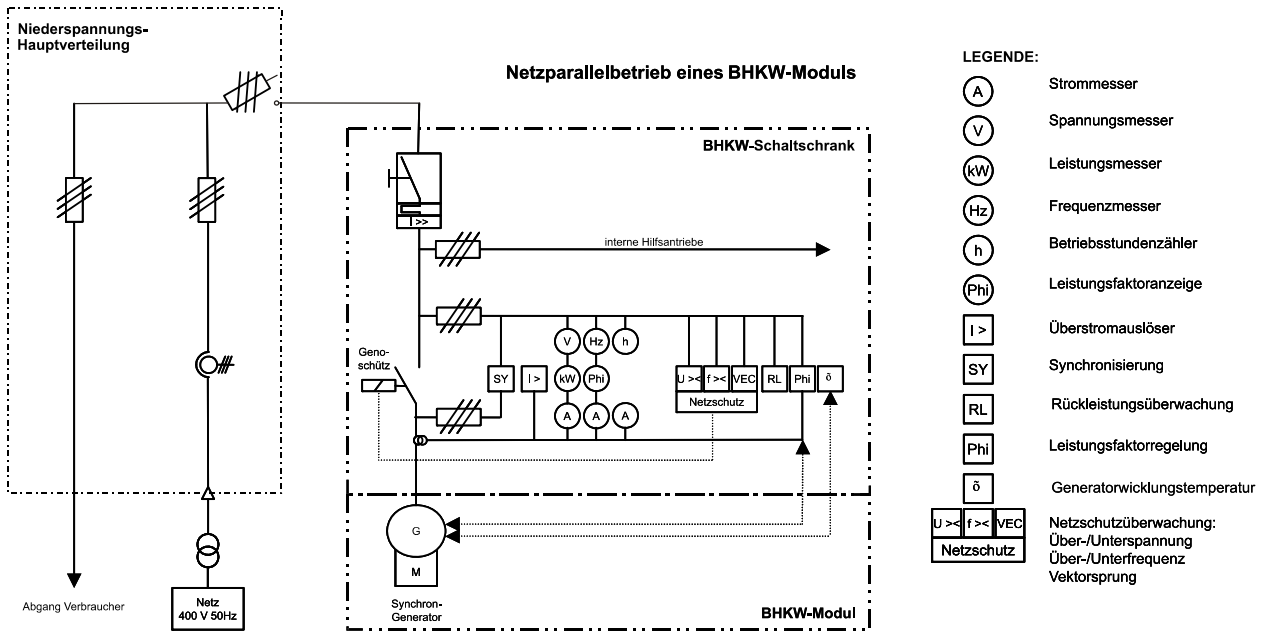


Abb. 3 Prinzipschaltbild der elektrischen Einbindung im Netzparallelbetrieb

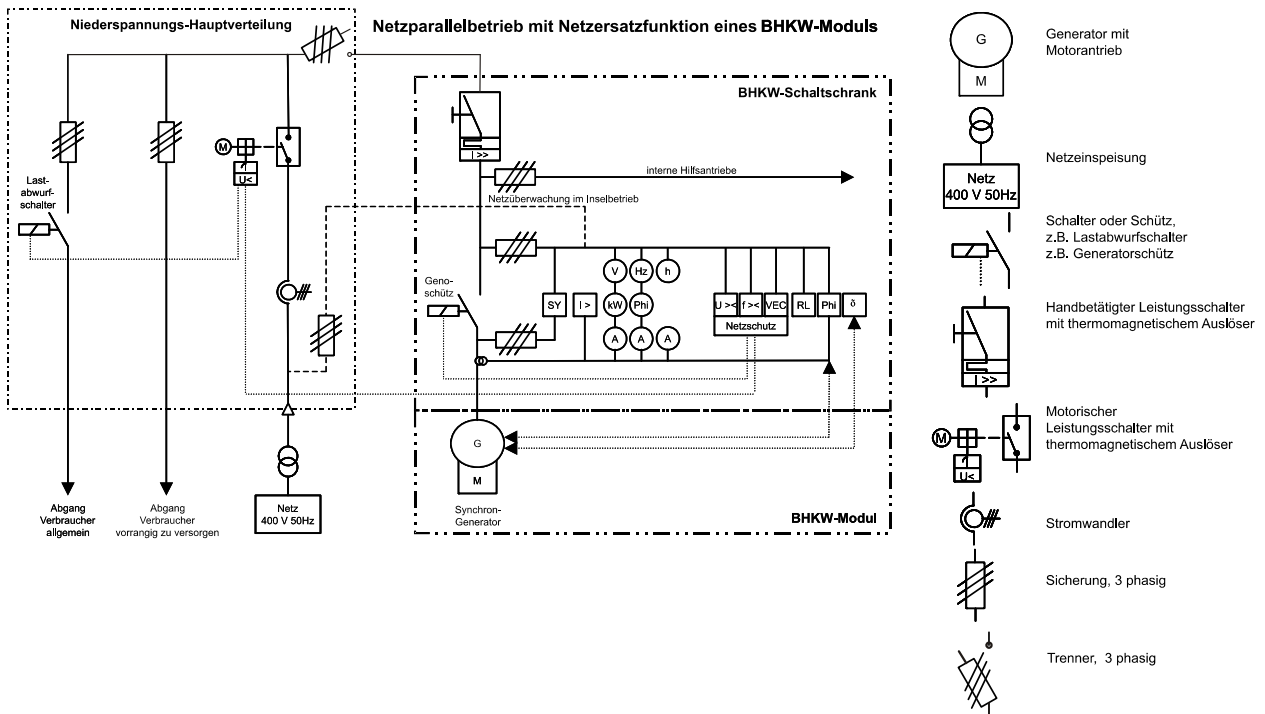


Abb. 4 Prinzipschaltbild der elektrischen Einbindung im Netzparallel- mit Netzersatzbetrieb

2.13 Checkliste Netzersatzbetrieb

Bei der Projektierung von BHKW-Anlagen im Netzersatzbetrieb bzw. Anlagen nach VDE 0108 sind folgende Punkte zu klären und mit dem BHKW-Hersteller abzustimmen:

- Fahrweise der Netzersatzanlage?
Mindestens ein Einstrich-Schema ist zur Klärung vorzulegen. Die vom BHKW anzusteuern den Schalter sind anzugeben bzw. im Plan zu kennzeichnen.
- Welche Lasten sind zu versorgen?
Eine Liste der leistungsstärksten Verbraucher mit Angabe der Leistungen und Ströme ist vorzulegen. Danach legt der BHKW-Hersteller die zulässige Lastaufschaltung fest. Ggf. ist nach Klärung bauseitig eine Lastabwurfschaltung vorzusehen.
- Schutzmaßnahme: Selektivität der Sicherungen muss bauseits überprüft werden.
- Die zulässige Heizwasserrücklauftemperatur bei BHKW-Anlagen für Netzersatzbetrieb beträgt maximal 65°C im Netzparallel- als auch im Netzersatzbetrieb. Damit sind diese BHKW-Anlagen nicht für die Versorgung von Absorptionskältemaschinen geeignet.
- Das Hauptgasmagnetventil, der Netzkuppelschalter und der dazugehörige Arbeitsstromauslöser müssen über eine batteriegepufferte Spannungsversorgung verfügen.
Eine 230 V Versorgungsspannung für das Hauptgas-Magnetventil oder den Netzkuppelschalter ist nicht zulässig!
Das Haupt-Gasmagnetventil und der Antrieb des Netzkuppelschalters werden nicht vom BHKW versorgt!
- Ansteuerung und Rückmeldungen der Schalter werden mit dem bauseitigen Elektriker und dem BHKW-Lieferanten aufgelegt.
- Kann die bauseitig übergeordnete Regelung keine automatische störungsfreie Wiedereinschaltung nach Netzstörung sicherstellen, können bei Netzausfall die Fehlermeldungen aus den bauseitigen Anlagensystemen wie Heizung oder Lüftung das BHKW zur Abschaltung, z. B. durch mangelnde Wärmeabnahme, bringen. In diesem Fall ist die übergeordnete Regelung mit einer separaten unterbrechungsfreien Spannungsversorgung (USV) auszurüsten.
- Im unmittelbaren Anschluss an die BHKW-Inbetriebnahme sollte auch der Netzersatzbetrieb mit allen Beteiligten getestet werden. Sollte dies nicht möglich sein, wird ein separater Termin gegen Berechnung nach Aufwand notwendig.
- Die Versorgung einer Sprinklerpumpe unterliegt den strengeren VdS-Vorschriften und kann mit einem BHKW in der Normalausführung nicht zugesichert werden.
- Bei Einsatz von mehreren BHKW-Modulen im Netzersatzbetrieb ist eine entsprechende Leittechnik (z.B. Multi-Modul-Management MMM) mit Wirklastverteilung vorzusehen.
- Die Aufschaltung des BHKW zu einem vorhandenen Notstrom-Dieselaggregat ist wegen unterschiedlicher Regelcharakteristik von Gas- und Dieselmotoren nicht zu empfehlen!
Grundvoraussetzung wäre, dass das Notstrom-Dieselaggregat für Parallelbetrieb mit anderen Stromaggregaten entsprechend technisch ausgestattet ist (z.B. regelbare Generatorspannung, digitale Eingänge für Wirklastverteilung an der Dieselaggregate-Steuerung).

3 Wartung und Instandsetzung

Für das BHKW-Modul ergeben sich so genannte „betriebsgebundene“ Folgekosten in Form von Inspektion, Wartung und Instandsetzung.

Das BHKW-Modul ist aufgrund seines bestimmungsgemäßen Einsatzes vielen Einflüssen wie Verschleiß, Alterung, Korrosion sowie thermischen und mechanischen Belastungen ausgesetzt. Dies bezeichnet man gemäß DIN 31051 als Abnutzung. Konstruktionsbedingt verfügen die Bauteile des BHKW-Moduls über einen Abnutzungsvorrat, welcher den sicheren Betrieb der BHKW-Anlage entsprechend den Betriebsbedingungen bis zu einer Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit sicherstellt. Danach sind diese Teile, differenziert nach Verschleißteilen und zeitbegrenzten Teilen, auszutauschen.

Definitionen der DIN 31051 – „Verschleißteil“

Verschleißteile sind Teile, an denen betriebsbedingt unvermeidbar Verschleiß auftritt und die vom Konzept her für den Austausch vorgesehen sind. Hierunter fallen im Wesentlichen Zündkerzen, Luft- und Ölfilter u. a. Diese Austauscharbeiten finden regelmäßig statt und bilden die so genannte „Inspektion und Wartung“ („Regelwartung“).

Definitionen der DIN 31051 – „Zeitbegrenztes Teil“

Zeitbegrenzte Teile sind Teile, deren Lebensdauer im Verhältnis zur Lebensdauer des gesamten BHKW-Moduls verkürzt ist und mit technisch möglichen und wirtschaftlich vertretbaren Mitteln nicht verlängert werden kann. Hierunter fallen im Wesentlichen Zylinderköpfe, Lagerschalen, Katalysator, Wärmeübertrager u. a. Diese Austauscharbeiten finden je nach Ergebnissen der Inspektionen in größeren Zeiträumen statt. Hier spricht man von Instandsetzung.

Die ordnungsgemäße Wartung des BHKW-Moduls durch autorisiertes Personal ist für dessen einwandfreies Funktionieren und für die Gewährleistung von größter Wichtigkeit. Es dürfen nur Original-Ersatzteile und die vom BHKW-Hersteller freigegebenen Betriebsmittel (Schmieröl) verwendet werden. Der Betreiber ist für die Sicherstellung und Einhaltung der Betriebsstoffvorschriften verantwortlich.



ACHTUNG!

Mindestens einmal jährlich ist eine Wartung durchzuführen und das Kühlwasser spätestens nach 2 Jahren zu wechseln.



HINWEIS!

Die erwartete Nutzungsdauer des BHKW-Moduls beträgt nicht weniger als 10 Jahre bei Berücksichtigung der regelmäßigen Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten.

Wartung und Instandsetzung

3.1 Wartungs- und Instandsetzungsliste

Wartungsstufe	Wartungsarbeiten:
A/B/C	Ölwechsel
A/B/C	Ölfilter erneuert
A/B/C	Batterie(n)zustand und Ladespannung prüfen / ggf. dest. Wasser auffüllen
A/B/C	Luftfiltereinsatz auswechseln, Luftfiltergehäuse reinigen
A/B/C	Ventilspiel messen, ggf. einstellen
A/B/C	Kühlwasserdruck prüfen, ggf. nachfüllen und evtl. entlüften
A/B/C	Kondensatablauf prüfen, ggf. reinigen / Neutralisation prüfen
A/B/C	Drosselklappe und Gestänge/Zahnriemen prüfen, ggf. schmieren
A/B/C	Zündkabel , Zündkerzenstecker prüfen
A/B/C	Zündkerzen wechseln (ab 1000 Bh)
A/B/C	Zündzeitpunkt überprüfen
A/B/C	Start – Stoppablauf / Funktionsprüfung
A/B/C	Allgemeine Betriebsdaten aufnehmen evtl. ausdrucken
A/B/C	Abgasgegendruck nach Motor überprüfen
A/B/C	Allgemeine Kontrolle auf Dichtigkeit / Stichproben auf Festsitz der Schrauben.
A/B/C	Funktionskontrolle der Ölnachfüllautomatik / Niveaueinstellung prüfen
A/B/C	Ölnachfüllhahn öffnen / Ölstand markieren
A/B/C	Wartungsintervall zurücksetzen
A/B/C	Allgemeine Modulreinigung / Entsorgung der Putzmittel u. Ölkanister usw.
A/B/C	Allgemeine Sichtkontrolle der Schaltschrankkomponenten
B/C	Frostschutzkonzentration prüfen ggf. nachfüllen
B/C	Kompressionsdruck prüfen
B/C	Generator Luftansaugung prüfen ggf. reinigen / Leistungskabel prüfen
B/C	Überwachung „Rückleistung“ testen
B/C	Gasstraße auf Dichtigkeit und Gasfilter überprüfen
B/C	Abschaltung „Überdrehzahl“ testen
B/C	Abschaltung „Abgasübertemperatur“ testen
B/C	Abschaltung „Kühlwasserübertemperatur“ testen
B/C	Abschaltung „Öldruck min.“ testen
B/C	Pick-Up prüfen ggf. reinigen (nur bei BM-123/177, BM-190/238)
B/C	Lambdasonde wechseln (bei BM-55/88, BM-98/150 nur bei Wartungsstufe C)
C	Zündkabel wechseln (nur bei BM-55/88, BM-98/150)
C	Gasmischer reinigen
C	Kühlwasser wechseln (innerhalb 24 Monaten), Druckausdehnungsgefäß prüfen
C	Kurbelwellenraumentlüftung prüfen, wenn erforderlich erneuern

Tab. 4 Wartungsliste

Wartung und Instandsetzung

Instandhaltungs-Stufe	Instandhaltungsarbeiten:
i1/i2/i3/i4	Abgaswärmetauscher prüfen, ggf. reinigen
i1/i2/i3/i4	Turbolader wechseln (nur bei BM-123/177, BM-190/238)
i2/i4	Zündspulen wechseln
i2/i4	Anlasser
i2/i4	Plattenwärmeübertrager prüfen, ggf. tauschen
i2/i4	Gemischkühler (nur bei BM-190/238)
i2	Zylinderkopf tauschen
i4	Motor überholen

Tab. 5 Instandhaltungsliste

Technische Daten

4 Technische Daten

Alle nachfolgenden Planungs- und Betriebsdaten beziehen sich jeweils auf ein BHKW-Modul.

Ausführliche Hinweise zur Planung und Ausführung finden Sie in der „Fachreihe Biogas-BHKW – Projektmanagement“.

4.1 Betriebsparameter eines kompletten BHKW-Modul

Betriebsparameter BHKW-Modul			Vitobloc 200 BM-98/150		
Dauerleistung¹⁾ im Netzparallelbetrieb			50% Last	75% Last	100% Last
Elektrische Leistung	nicht überlastbar	kW	49	73,5	98
Wärmeleistung	Toleranz 8 %	kW	94	124	150
Kraftstoffeinsatz	Toleranz 5 %	kW	169	230	291
Stromkennzahl nach AGFW FW308 (elektrische Leistung / thermische Leistung)			0,653		
Wirkungsgrad im Netzparallelbetrieb					
Elektrischer Wirkungsgrad		%	29,0	32,0	33,7
Wärmewirkungsgrad		%	55,6	53,9	51,5
Gesamtwirkungsgrad		%	84,6	85,9	85,2
Energie-Erzeugung					
Elektroenergie (Drehstrom)	Spannung	V	400		
	Frequenz	Hz	50		
Elektrischer Eigenbedarf ²⁾		kW	2,7		
Wärmeenergie (Heizwärme) ohne Netzersatzfunktion	Vor-/Rücklauftemperatur	°C	90 / 70		
Betriebsstoffe und Füllmengen					
Beschaffenheit von Kraftstoff, Schmieröl, Kühlwasser, Heizungswasser			siehe aktuelle Betriebsvorschrift!		
Füllmenge	Schmieröl	ltr	21		
	Frischöl-Zusatztank	ltr	70		
	Kühlwasser	ltr	85		
	Heizungswasser	ltr	10		
Gas-Anschlussdruck ³⁾		mbar	25 - 50		
Wärmeerzeugung (Heizung)					
Rücklauftemperatur vor Modul	min./max.	°C	60 / 70		
Standard-Temperaturdifferenz	Rücklauf/Vorlauf	K	20		
Heizwasser-Volumenstrom	Standard	m³/h	6,4		
Höchstzulässiger Betriebsdruck		bar	16		
Druckverlust bei Standarddurchfluss im Modul	Standard	bar	0,15		
Schadstoffemissionen⁴⁾ nach TA-Luft 2002					
NOx-Gehalt	gemessen als NO ₂	mg/Nm³	< 500		
CO-Gehalt		mg/Nm³	< 1.000		
Formaldehyd CH ₂ O		mg/Nm³	< 60		

Technische Daten

Schalldruckpegel in 1m Entfernung Freifeld nach DIN 45635 (Toleranz auf genannte Werte 3 dB(A)) Abluftgeräusch 1 m nach Kanal gemessen			
Maschine	mit Schallhaube	dB(A)	74
Ablüfter ⁵⁾	ohne Schalldämpfer	dB(A)	71
Abgas ⁶⁾	ohne Schalldämpfer	dB(A)	83
	mit Schalldämpfer	dB(A)	57
Verbrennungsluft und Lüftung			
Abstrahlwärme des Moduls	ohne Anschlussleitung	kW	17
Aufstellraumbelüftung	Zuluftvolumenstrom	m ³ /h	> 3.400
	Abluftvolumenstrom soll	m ³ /h	3.000
	Abluftvolumenstrom max	m ³ /h	4.500
Verbrennungsluft-Volumenstrom	bei 25 °C und 1000 mbar	m ³ /h	391
Zulufttemperatur	min./max.	°C	10 / 25
Temperaturdifferenz	Zuluft/Abluft	K	< 20
Pressung des integrierten Ablüfters	max.	Pa	500
Abgas			
Abgasvolumenstrom, feucht	bei 150 °C	m ³ /h	641
Abgasmassenstrom, feucht		kg/h	520
Abgasvolumenstrom, trocken	0 % O ₂ (0 °C; 1012 mbar)	Nm ³ /h	414
Max. zulässiger Gegendruck	nach Modul	mbar	15

- 1) Leistungsangaben entsprechend DIN ISO 3046 Teil 1,
(bei Luftdruck 1000 mbar, Lufttemperatur 25 °C, relativer Luftfeuchtigkeit 30 % und $\cos \varphi = 1$)
Alle weiteren Daten des Moduls gelten für den Netzparallelbetrieb; Daten für andere Aufstellbedingungen auf Anfrage
- 2) Kühlwasserpumpe, Lüfter, Batterieladegerät, Steuertrafo
- 3) Gas-Anschlussdruck ist entsprechend DVGW-TRGI 1986/96 der Gas-Fließdruck am Beginn der Gasregelstrecke des Moduls
- 4) Emissionswerte nach dem Katalysator bezogen auf trockenes Abgas;
- 5) bei 500 Pa Pressung, Thermostatstufe 100%
- 6) Einfügungsdämpfung des Abgassekundärschalldämpfers auf Anfrage

Tab. 6 Betriebsparameter eines kompletten BHKW-Moduls

Technische Daten

4.2 Technische Daten eines kompletten BHKW-Moduls

Technische Daten BHKW-Modul			Vitobloc 200 BM-98/150
Motor mit Zubehör			
Gas-Otto-Motor	Hersteller		MAN
	Motortyp	E 2876 E	K 2876 E312
Arbeitsweise			4-Takt
Zylinderzahl/Anordnung			6/Reihe
Bohrung/Hub		mm	128/166
Hubraum		ltr	12,82
Drehzahl		min ⁻¹	1.500
Mittlere Kolbengeschwindigkeit		m/s	8,3
Verdichtungsverhältnis			12 : 1
Mittlerer effektiver Druck		bar	6,47
Standardleistung ¹⁾	nicht überlastbar	kW	105
Spez. Vollastverbrauch	Toleranz 5 %	kWh/kWh _{mech}	2,77
Gasverbrauch	z. B. bei Hi = 6,5 kWh/m ³	Nm ³ /h	44,8
Schmierölmenge Ölwanne		ltr	28
Schmierölverbrauch	(Mittelwert)	g/h	ca. 50
Motorgewicht	(rund)	kg	830
Wärmetauschersystem Motorkühlung (Motorblock u. Schmieröl)			
Wärmeleistung	Toleranz 8 %	kW	92
Kühlwassertemperatur	Eintritt/Austritt	°C	82 / 88
Kühlwasser-Volumenstrom		m ³ /h	13,2
Abgaswärmetauscher			
Wärmeleistung	Toleranz 8 %	kW	58
Abgastemperatur	Eintritt/Austritt	°C	ca. 590 / < 150
Kühlwassertemperatur	Eintritt/Austritt	°C	88/92
Druckverlust	abgasseitig	mbar	< 10
Werkstoff Rohre			1.4571
Werkstoff Abgaskopf	Eintritt		1.4828
	Austritt		1.4571
Werkstoff Wassermantelrohr			ST 50
Plattenwärmetauscher			
Wärmeleistung		kW	150
Kühlwassertemperatur	Eintritt/Austritt	°C	92 / 82
Heizwassertemperatur	Eintritt/Austritt	°C	70 / 90
Druckverlust		bar	0,15
Werkstoff Platten			1.4404
Nennweiten			
Anschluss Abgas (AA) ab BHKW-Modul, Rohranschluss			DN 100 PN 10
Anschluss Kondenswasser (AKO), Rohranschluss			Rohr ø22 x 1,2
Heizungswasser Vor-/Rücklauf (V/R), Rohranschluss			DN 50 PN 16
Anschluss Gas (GAS), Rohranschluss			DN 50 PN 16

Technische Daten

Generator		
Typenleistung	kVA	165
Drehstrom	Spannung / Frequenz	V / Hz
Drehzahl	min ⁻¹	1.500
Wirkungsgrad bei Nennleistung des Moduls und $\cos \varphi = 1$	%	95,4
Nennstrom	A	216,5
Dauer-Kurzschlussstrom	A	3- bis 5-facher Nennstrom
max. zulässige Lastzuschaltung	A	61,9
Ständerschaltung		Stern
Umgebungstemperatur	max.	° C
Schutzart		IP 23
Zeitkonstanten in Sekunden		
offener Stromkreis transient Td'o	sek	2,80
kurzgeschlossener Stromkreis transient Td'	sek	0,10
kurzgeschlossener Stromkreis subtransient Td''	sek	0,010
mit kurzgeschlossenem Feld Ta	sek	0,015
Verkabelungen zum BHKW-Klemmenkasten		
Absicherung NSHV (Empfehlung)	A	300
Minimal erforderliche Ausführung zum ordnungsgemäßen Anschluss der BHKW-Anlage ²⁾		
Netzanschluss zur NSNV, Netzkuppfeld oder Trafostation	X1: L1,L2,L3, N PE	H07 RNF 5 x 1x 120 mm ²
Bauseitige Fernanwahl „Wärmebetrieb“ 100% Leistung	X1: Klemme 40 / 41	Ölflex 12 x 1,5mm ²
Rückmeldung (pot-freier Kontakt) Modul „Bereit“	X5: Klemme 1 / 2	
Rückmeldung (pot-freier Kontakt) Modul „Betrieb“	X5: Klemme 3 / 4	
Rückmeldung (pot-freier Kontakt) Modul „Störung“	X5: Klemme 5 / 6	
Anwahl Heizwasserpumpe ³⁾ (pot-freier Kontakt)	X5: Klemme 9 / 10	
Heizwasserregelventil (Rücklaufanhebung)	X5: Klemme 16 / 17 / 18 / PE	Ölflex 4 x 0,75mm ²
Heizwasserpumpe 230 V / 10 A ³⁾	X5: Klemme 21 / N / PE	Ölflex 3 x 1,5mm ²
Zusätzlicher PT 100 Fühler im Heizwassergesamtrücklauf zur optionalen Modul-An- und Abwahl	X1: Klemme 44 / 45	Ölflex 2 x 1,5mm ²
Erdungskabel vom Modul zur bauseitigen Potentialausgleichsschiene	Erdungsanschluss am Modulrahmen	Dimensionierung entspr. bauseitigen Bedingungen
Erweiterte Anlagenausführung mit „Netzersatzbetrieb“		
Netzmess-Spannung vor Netzkupfelschalter	X1: Klemme 7 / 8 / 9 / N / PE	Ölflex 5 x 1,5mm ²
Rückmeldung Netzkupfelschalter ist ein (Meldung von der NSHV oder vom Netzkuppfeld)	X1: Klemme 12 / 13	Ölflex 5 x 1,5mm ²
Rückmeldung Netzkupfelschalter ist aus (Meldung von der NSHV oder vom Netzkuppfeld)	X1: Klemme 14 / 15	
Anwahl Netzersatzbetrieb ⁴⁾	X1: Klemme 38 / 39	Ölflex 3 x 1,5mm ²
Einschaltbefehl Netzkupfelschalter „Freigabe NK – Schalter“ (pot.-freier Kontakt)	X5: Klemme 7 / 8	Ölflex 3 x 1,5mm ²

- Leistungsangaben entsprechend DIN ISO 3046 Teil 1 (bei Luftdruck 1000 mbar, Lufttemperatur 25 °C, relativer Luftfeuchtigkeit 30 % und $\cos \varphi = 1$)
Alle weiteren Daten des Moduls gelten für den Netzparallelbetrieb; Daten für andere Aufstellbedingungen auf Anfrage
- Diese Kabelliste beinhaltet die benötigte minimale Ausführung für einen ordnungsgemäßen Anschluss einer BHKW Anlage, und dient lediglich als Richtlinie. Die Verantwortung für die ordnungsgemäße Verkabelung liegt beim ausführenden Elektrounternehmen und ist nach den örtlichen Gegebenheiten und einschlägigen VDE- und EVU-Vorschriften auszuführen.
- Die Heizwasserpumpe in 230 V Ausführung kann direkt angeklemt werden. Bei einer Pumpenausführung in 400 V muss der Leistungsteil bauseits realisiert werden. Die steuerungstechnische Anwahl erfolgt allerdings potentialfrei aus der Modulsteuerung.
- Die Anwahl für den Netzersatzbetrieb erfolgt durch die externe Leittechnik nach erfolgtem bauseitigen Lastabwurf. Die Anwahl lässt sich auch automatisch modulintern realisieren, jedoch ohne Lastabwurfüberwachung.

Tab. 7 Technische Daten eines kompletten BHKW-Moduls

Technische Daten

4.3 Maße, Gewichte und Farben

Abmessungen BHKW-Modul		Rahmenmaß	inkl. Schallhaube und Ablüfter	
Länge	mm	3.400	4.250	
Breite	mm	900	940	
Höhe (ohne FüÙe)	mm	1.700	1.720	
Gewicht BHKW-Modul				
Leergewicht	(rund) kg	3.420		
Betriebsgewicht	(rund) kg	3.620		
Farben				
Motor, Generator		Lichtgrau (RAL 7035)		
Rahmen		Anthrazitgrau (RAL 7016)		
Schaltschrank		Silber		
Schalldämmhaube		Silber		
Anschlüsse		Ausführung	Norm	GröÙe
AA	Abgas-Austritt	Flansch	EN 1092-1	DN 100 / PN 10
AKO	Kondenswasser-Ablauf	Rohr	DIN EN 10220	ø22 x 1,2
Gas	Gaseintritt	Gaskugelhahn	DIN 2999	Rp 1 ½ "
V/R	Heizungsvorlauf/-rücklauf	Flansch	EN 1092-1	DN 50 / PN 16
AL	Abluft-Austritt	Flansch	—	550 x 550 P20

Tab. 8 Abmessungen, Gewichte, Farben und Anschlüsse

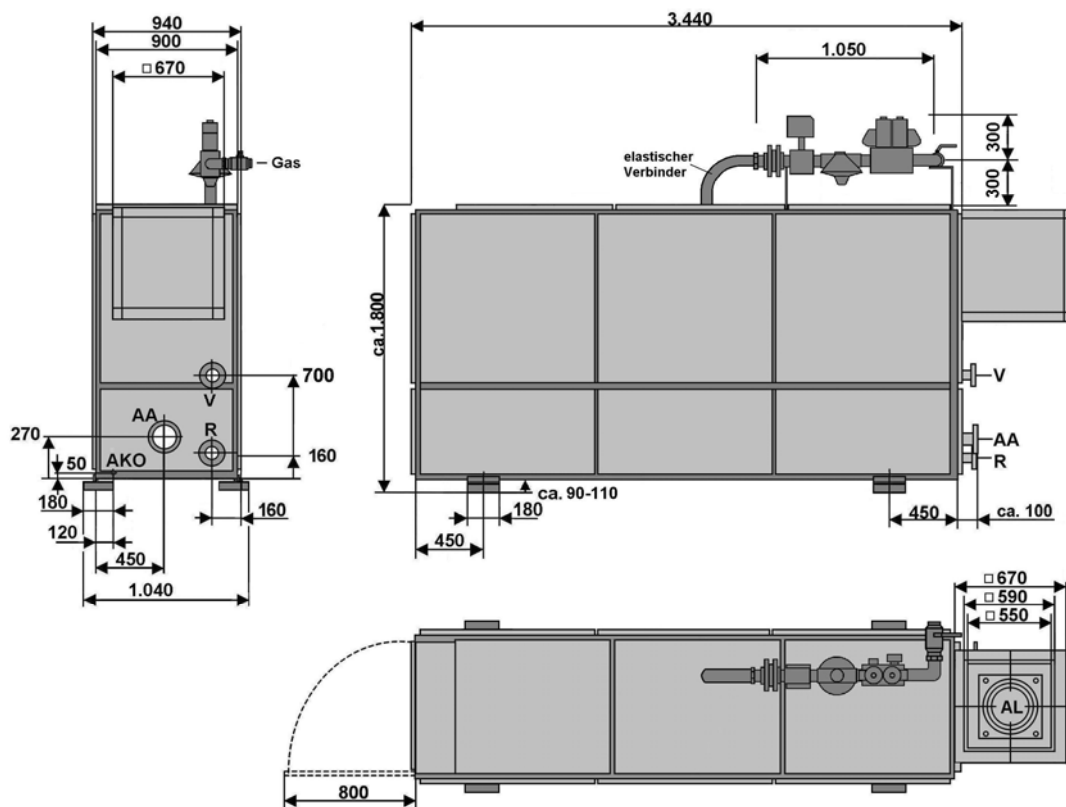


Abb. 5 Abmessungen und Anschlüsse der BHKW Module Vitobloc 200 BM-98/150 (MaÙe in mm); die bereits montierte Lüfterbox an der Rückseite kann für das Einbringen des Moduls demontiert werden

4.4 Aufstellung

Ausführliche Hinweise zur Ausführung finden Sie in der „Fachreihe Biogas-BHKW – Projektmanagement“ sowie in der entsprechenden „Montageanleitung“.

Bei der Aufstellung des BHKW-Moduls müssen folgende Punkte beachtet werden:

- Zur Bedienung und Wartung ist ein lichter unverbaubarer Abstand gemäß Aufstellplan S. 27 Abb. 6 freizuhalten.
- Bei der Aufstellung vor Ort ist darauf zu achten, dass die Modulfüße auf eine lichte Höhe von mindestens 9–11 cm herausgedreht werden.
- Die Dimensionen gelten bis zu einer einfachen Rohrlänge von 10 m – sonst muss eine separate Berechnung durchgeführt werden.
- Es wird empfohlen, die Anschlussleitungen der BHKW-Anlage größer auszulegen, um diese Strecke als Pufferspeicher zu nutzen. Damit können Druckschwankungen bei Schaltungen von Kesseln abgefangen werden.
- Es wird der Einsatz eines geeichten Gaszählers in der Ausführung G65 empfohlen.
- Die Abluftventilatorbox kann für die Einbringung des BHKW-Moduls demontiert werden. Bei Bedarf ist dies rechtzeitig vor der Auslieferung mitzuteilen.
- Die Abluft kann allseitig aus der Abluftventilatorbox abgeführt werden. Der Anschlussstutzen für die Ablufführung kann an der entsprechenden Stelle montiert werden.
- Im Abgassystem sind Taupunktunterschreitungen zu vermeiden. Anfallendes Kondensat ist kontinuierlich abzuführen. Am Kondensataustritt ist eine Wasservorlage vorzusehen. Bei Mehrmodulanlagen wird eine getrennte Abgasführung für jedes BHKW-Modul empfohlen. Bei Einsatz einer Abgassammelleitung muss das Rückströmen von Abgas in nicht in Betrieb befindliche BHKW-Module durch je eine, 100% abgasdichte Motor-Absperrklappe, zuverlässig verhindert werden.

- Aus dem BHKW-Modul fließt beim Starten im kalten Zustand Kondensat heraus. Aufgrund der Abgasreinigung kann nach ATV A251 (Nov. 1998) auf eine Neutralisation verzichtet werden. Es muss jedoch eine Wasservorlage (Siphonschleife) mit einer wirksamen Wassersäulenhöhe entsprechend dem auftretenden Abgassystemdruck (maximal 150 mm WS) vorgesehen werden, um unzulässiges Ausströmen des Abgases über die Kondensatableitung zu verhindern.
- Das Abgaskondensat ist nach geltender Vorschrift zu entsorgen.

4.5 Start-Stopp-Verhältnis

Pro Start soll das Modul mindestens 120 min in Betrieb sein (Verhältnis Anzahl Betriebsstunden zu den Starts ca. 2:1).

Vorzeitiger Verschleiß der Starteinrichtungen durch kürzere Zeiten ist betriebsbedingt und stellt keinen Mangel dar.

4.6 Erneuerbare Energien Gesetz in Deutschland

Bei Aufstellung des BHKW in Deutschland wird für den Strom aus Biogas, der in das öffentliche Netz eingespeist wird, eine Vergütung nach dem EEG für 20 Jahre bezahlt. Hierzu muss das BHKW vor Inbetriebnahme beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle angemeldet werden (<http://www.bafa.de/1/de/aufgaben/energie.htm>). Dies ergibt eine wesentliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit. Hierzu können entsprechende Zählerleinrichtungen vorgeschrieben werden.

Technische Daten

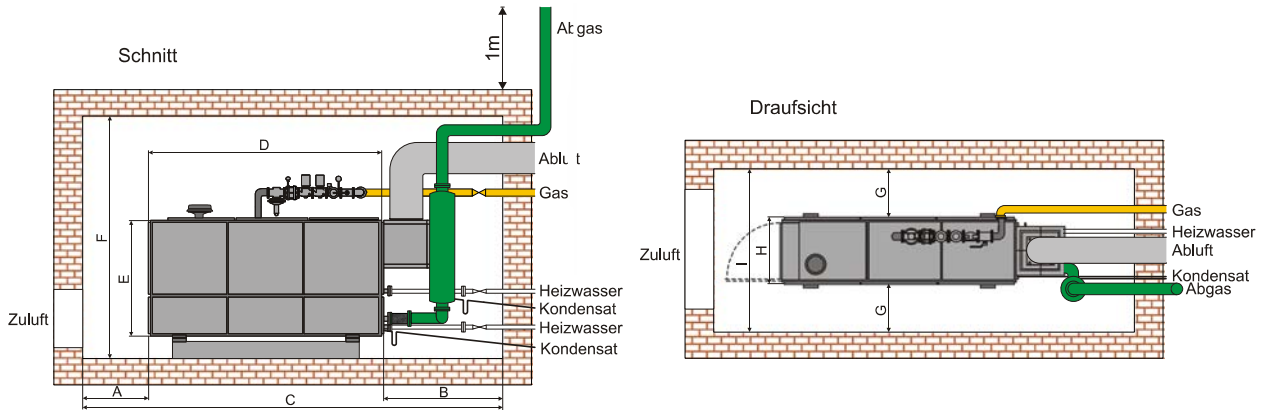


Abb. 6 Musteraufstellpläne – Darstellung ohne Armaturen und Sicherheitstechnik (Maße in mm)

	Vitobloc 200			
	BM-36/66 BM-55/88	BM-98/150 BM-123/177	BM-190/238	BM-366/437
A	1.000 mm	1.000 mm	1.000 mm	1.000 mm
B	1.400 mm	1.600 mm	1.600 mm	2.000 mm
C	5.240 mm	6.040 mm	6.850 mm	7.000 mm
D	2.840 mm	3.440 mm	3.640 mm	4.000 mm
E	1.800 mm	1.800 mm	2.000 mm	2.000 mm
F	2.800 mm	3.000 mm	3.500 mm	3.500 mm
G	800 mm	800 mm	1.100 mm	1.500 mm
H	900 mm	940 mm	1.650 mm	1.650 mm
I	2.500 mm	2.540 mm	3.850 mm	4.650 mm

Tab. 9 Aufstellmaße

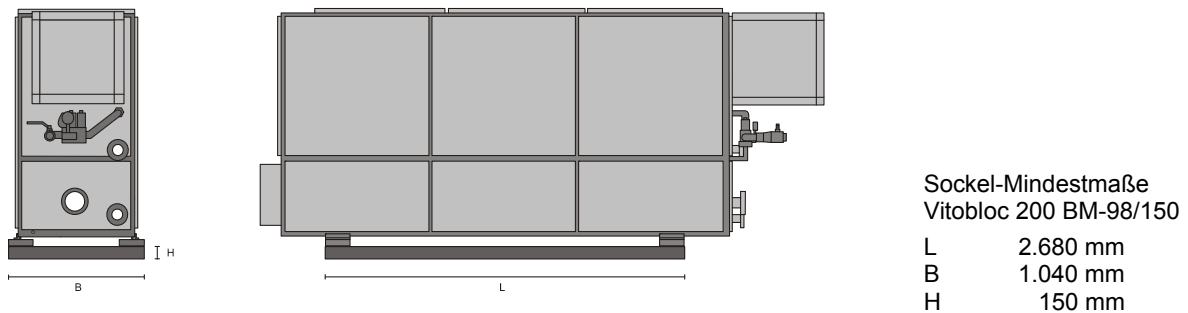


Abb. 7 BHKW mit Sockel



ACHTUNG!

Beim Aufstellen des BHKW Überhang des Rahmens über den Sockel beachten!

5368 442 09/2009

4.7 Betriebsstoffe

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften gasförmiger Brennstoffe können sehr unterschiedlich sein. Die Motoren sind konstruktions- bzw. verfahrensbedingt jedoch nur innerhalb bestimmter Eigenschaftsbandbreiten einsetzbar und reagieren auf Veränderungen dieser Eigenschaften oft sehr sensibel.

Der Betreiber ist verpflichtet, in regelmäßigen Zeitabständen die Qualität des Brenngases bezüglich Heizwert, Methanzahl und Schadstoffinhalte zu überprüfen. Bei Überschreitung der Grenzwerte ist der Motor abzustellen und Rücksprache mit dem BHKW-Hersteller zu nehmen. Wird das BHKW weiterhin mit überschrittenen Grenzwerten betrieben, erlischt die Gewährleistung. Wir übernehmen ferner keine Gewährleistungen für Mängel und/oder Schäden (Korrosion, Verunreinigungen, Verschleiß etc.), welche durch Gase und Stoffe, die bei Vertragsabschluss nicht bekannt und vereinbart waren, entstanden sind.

Erhöhen sich die Schadstoffinhalte kann das Schmieröl in einem Bruchteil des gewohnten Ölwechselintervalls stark versäuert sein und es treten kurzfristig akute oder irreparable Schäden und überhöhter Verschleiß z.B. an Zylinderbüchsen und Lagern auf und/oder es erhöht sich der Ölverbrauch. Bei Schwankungen der Methanzahl nach unten (außerhalb der vertraglich vereinbarten Bandbreite) kann der Motor durch eine optionale Klopfkennung durch automatische Zündzeitpunktverstellung und Leistungsabsenkung vor schädlichem Klopfbetrieb geschützt werden.

Generell wird empfohlen, eine halbjährige Gas- und Motorölanalyse durchzuführen.

Bei sich zeitlich ändernden Gaszusammensetzungen können auch kurzfristigere Gas- und Motorölanalysen zum sicheren Betrieb erforderlich werden.

4.7.1 Brenngaszusammensetzung und Brenngaseigenschaften

Brenngase setzen sich aus mehreren Einzelkomponenten zusammen. Diese umfassen Hauptkomponenten und Spuren- bzw. Begleitstoffe.

Die Hauptkomponenten werden zur Bestimmung der für den physikalischen Motorbetrieb relevanten Treibstoffeigenschaften (z.B. Heizwert, Verbrennungstemperatur, laminare Flammgeschwindigkeit, Zündgrenzen) benötigt und sind in Form einer vollständigen Gasanalyse anzugeben. Sie werden üblicherweise in Vol. -% angegeben.

Spuren- bzw. Begleitstoffe gelangen meist beim Gasentstehungsprozess in den Stoffstrom. Es sind im Regelfall im ppm-Bereich auftretende Verunreinigungen. Im Gegensatz zu den Hauptkomponenten sind die Wirkungen von Spuren- oder Begleitstoffen erst nach einer gewissen Laufzeit des Motors beobachtbar (kumulative Wirkung).

Da diese Wirkungen überwiegend nachteilig sind, wünscht man sich die Brenngase grundsätzlich frei

von Spuren- bzw. Begleitstoffen. Bei sehr hohen Begleitstofffrachten ist eine geeignete Brenngasreinigung unter Umständen die beste Methode, die wirtschaftliche Nutzung des Brenngases zu gewährleisten.

Zur Beurteilung der Eignung eines Brenngases für die motorische Nutzung ist die Kenntnis der möglichst vollständigen Gasanalyse notwendig.

Wie Felderfahrungen zeigen, können die Ergebnisse selbst unter ähnlichen Einsatzbedingungen erheblich streuen. Daher ist die Wirkung der Spurenstoffe nur eingeschränkt vorhersagbar, da hier oft sehr komplexe Quereinflüsse und Verkettungen einer Vielzahl von Einflussfaktoren vorliegen.

Gewährleistungsansprüche in Zusammenhang mit Problemen, die in kausaler Beziehung zur Überschreitung einer oder mehrerer Grenzwerte stehen, können vom BHKW-Hersteller nicht anerkannt werden.

Technische Daten

4.7.2 Hauptkomponenten

Bei einigen Gassorten (z.B. Biogase, Klärgase, Deponiegase etc.) ist die Zusammensetzung üblicherweise stark veränderlich. Im geregelten Motorbetrieb (unter Last) können diese Schwankungen weitgehend vom Motormanagement

ausgeglichen werden. Zur Sicherstellung eines guten Startverhaltens ist es allerdings erforderlich, dem Motormanagement eine geeignet verwertbare Information (z.B.: Heizwert, CH₄ Gehalt) zur aktuellen Gasqualität zuzuführen.

Allgemeine Randbedingungen (am Übergabepunkt am Aggregateintritt)

Methanzahl	> 80	Niedrigere Methanzahlen nach Rücksprache möglich
Heizwert Hi,N	> 5 kWh/Nm ³	
Gasfließdruck	25 – 50 mbar	
Gasdruck, max. Änderungsgeschwindigkeit	3 mbar/min	
Temperatur des Gasgemisches nach Gas / Luftmischer TG	10°C < TG < 30°C	Höhere Temperaturen sind im Einzelfall zu prüfen
Relative Gasfeuchte φ	< 50 %	In der Gemischstrecke darf keine Kondensation auftreten
Kondensat, Sublimat	0	Kein Kondensat und kein Sublimat in gas- bzw. gemischberührten Bauteilen
Öldampf	< 400 mg/10 kWh	In der Gemischstrecke darf keine Kondensation auftreten
Staubgehalt Filtereinheit < 5 μ m	< 10 mg/10 kWh	Falls die im Wartungsplan angeführte Filterstandzeit nicht erreicht wird, sind kundenseitig verbessernde Maßnahmen zu treffen
Änderungsgeschwindigkeit des Heizwertes	1 % je 30 sek	
Methanzahl Änderungsgeschwindigkeit	10 MZ je 30 sek	

Tab. 10 Allgemeine Randbedingungen

4.7.3 Spuren- und Begleitstoffe

Die Wirkung der Spurenstoffe ist im Wesentlichen proportional zur der insgesamt im Laufe der Betriebszeit in den Motor eingebrachten Menge. Bei einem Brenngas mit hohem Heizwert ist der Gasstrom zum Motor geringer als bei einem Gas mit niedrigem Heizwert. Damit ist der Spurenstoffeintrag in den Motor und damit die Wirkung bei gleicher Konzentration an Spurenelementen im Brenngas unterschiedlich. Um unterschiedliche Gase vergleichen zu können, müssen daher die Werte für die Spurenstoffkonzentration auf einen bestimmten

Brennstoffenergieinhalt bezogen werden. Vom BHKW-Hersteller wurde dafür der Energieinhalt von 1 Normkubikmeter Methan \approx 10 kWh (gerundet) gewählt.

Nachfolgend sind die Qualitätsanforderungen an Gase für den Einsatz in Gasmotor-BHKW-Aggregaten aufgeführt. Die Grenzwerte dürfen auf keinen Fall überschritten werden und führen zum sofortigen Verlust jeglicher Mängelhaftung.

Technische Daten

Spuren- und Begleitstoffe

Summe Silizium als Betriebskennwert Si _{BG}	0,02	Ohne Katalysator
bzw. Siliziumgehalt ¹⁾ Si im Gas	< 5 mg/10 kWh ³⁾	Bei höheren Siliziumkonzentrationen ist Rücksprache mit dem BHKW-Hersteller zu nehmen.
Summe Schwefel ²⁾	< 300 mg/ Nm ³ ³⁾	Ohne Katalysator
Schwefelwasserstoff H ₂ S	< 200 ppm < 306 mg / Nm ³	Ohne Katalysator. Bei höheren Schwefelwasserstoffkonzentrationen ist Rücksprache mit dem BHKW-Hersteller zu nehmen.
Halogenverbindungen ²⁾ Summe Cl + 2 * F	< 100 mg/10 kWh ³⁾	Ohne Katalysator
Ammoniak NH ₃	< 50 ppm < 38 mg / Nm ³	
Gesamt-Ölgehalt	< 5 mg/10 kWh ³⁾	

¹⁾Details und Berechnungsbeispiel siehe Abs.4.7.4

²⁾Details siehe Abs.4.7.5

³⁾Berechnungsbeispiel für Spurenstoffkonzentration siehe Abs.4.7.6

Tab. 11 Spuren- und Begleitstoffe

4.7.4 Silizium als Betriebskennwert

Bei Einsatz eines Brenngases mit Spuren von flüchtigen oxidierbaren Siliziumverbindungen ist eine gute Korrelation zwischen dem Gehalt an Si-Verbindungen im Brenngas und dem Si-Gehalt im Gebrauchtöl des Motors feststellbar. Als Maß für die in den Motor eingebrachte Siliziummenge dient der Betriebskennwert Si_B.

Er wird mittels zweier Ölanalysen bestimmt mit:
 $\Delta Si_{\text{Gehalt im Motoröl}}$: Zunahme des Si Gehalts im Motoröl in ppm zwischen zwei Analysen, und
 $\Delta \text{Öleinsatzdauer}$, d.h. die Betriebszeit in Stunden zwischen den beiden Ölanalysen

$$Si_{\text{Betriebskennwert}} (Si_B) = \frac{\Delta Si_{\text{Gehalt im Motoröl}} (\text{ppm}) \times \text{Ölfüllmenge} (l)}{\text{mittlere Motorleistung} (kW) \times \Delta \text{Öleinsatzdauer} (h)} \times 1,1$$

Berechnungsbeispiel

Zunahme des Si-Gehalts im Motoröl zwischen zwei Ölproben	40 ppm
Ölfüllmenge	500 l
Motorleistung	2.000 kW
Öleinsatzdauer zwischen den Ölanalysen	600 h

$$Si_B = \frac{40 \text{ ppm} \times 500 (l)}{2.000 \text{ kW} \times \Delta 600 \text{ h}} \times 1,1 = 0,018 = \text{Istwert}$$

Der Grenzwert Si_{BG} von 0,02 wird damit unterschritten. Der Si-Gehalt ist zulässig.

Im Projektstatus kann der BHKW-Hersteller nach Vorliegen einer qualifizierten Analyse eine Schätzung des zu erwartenden Betriebskennwert Si_B abgeben. Je nach Wert kann ein Wartungsvertrag angeboten bzw. verbessernde Maßnahmen empfohlen werden. Im Betrieb ist die Einhaltung der

Grenzwerte laut Ölanalyse Voraussetzung für die Gültigkeit des Wartungsplans laut Vertrag.

Bei erhöhtem Siliziumgehalt im Motorenöl müssen auch die Gehalte der Verschleißelemente Eisen, Chrom und Aluminium mitbewertet werden.

Die Voraussetzungen und das Verfahren der Probenahme sind in den Betriebsstoffvorschriften beschrieben.

Technische Daten

4.7.5 Schwefel

Bereits ab einem Gesamtschwefelgehalt etwa 50 mg/10 kWh sowie ab einem Gesamthalogengehalt von ca. 20 mg/10 kWh tritt eine merkliche Verkürzung der Ölstandzeiten auf. Beim Einsatz von

Entschwefelungsanlagen ist zu beachten, dass bei Defekten sehr hohe Schwefelkonzentrationen in den Motor gelangen und in kurzer Zeit zu Schäden führen können.

4.7.6 Spurenstoffkonzentration

Entscheidend für die Beurteilung von Spurenstoffen ist die in den Motor eingetragene absolute Stoffmenge. Um unterschiedliche Gase vergleichen zu können wird die Spurenstoffkonzentration auf eine bestimmte Energiemenge des Brenngases bezogen und zu Erdgas (Methan, Heizwert ca. 10 kWh/Nm³) in Relation gestellt.

Berechnungsbeispiel:

Messwert Schwefel : 399 mg/Nm³; Klärgas 60% CH₄ + 40% CO₂ ; Heizwert Hi = 6 kWh/Nm³

$$S = \frac{399 \text{ mg} / \text{Nm}^3}{6 \text{ kWh} / \text{Nm}^3} * 10 = 665 \text{ mg} / 10 \text{ kWh} = \text{Istwert}$$

Der Grenzwert S_G von 700 mg/10 kWh bei Betrieb ohne Katalysator wird damit unterschritten. Der S-Gehalt ist zulässig.

Dieses Berechnungsbeispiel gilt sinngemäß für alle in mg/10 kWh angegebenen Grenzwerte.

4.7.7 Eingeschränkte Gewährleistung

Unter Inkaufnahme einer Beeinträchtigung der Lebensdauer von Motor- oder Anlagenkomponenten, die mit dem Brenngas oder dem Motoröl in Berührung kommen, sowie bei entsprechend erhöhtem Wartungsaufwand, können die Grenzwerte über die in der Tabelle stehenden Werte angehoben werden. Zur Erreichung einer ausreichend langen Mindest-Ölstandzeit (ca. 500 Betriebsstunden) muss ein geeignet großer Schmierölzusatzbehälter vorgesehen werden. Die Auslegung erfolgt in Abstimmung mit dem BHKW-Hersteller. Der Taupunkt der Schwefelsäure darf dabei nicht unterschritten werden, d.h. die Abgastemperatur darf bei Betrieb mit einem Oxidationskatalysator niemals auf Werte unter 180°C bzw. bei Betrieb ohne Katalysator unter 150°C

abgesenkt werden. Eine hohe Anzahl von Starts sowie Teillastbetrieb sind zu vermeiden, da hierbei ebenfalls die Taupunktgrenze unterschritten wird. Die Gewährleistung ist daher auf die Abgasbeaufschlagten Teile eingeschränkt. Anhand des Schadensbildes kann die Ursache festgestellt werden.

Im Katalysator wird SO₂ zu SO₃ umgewandelt. Mit Kondensat bildet sich schwefelige Säure. Daher gilt eingeschränkte Gewährleistung auf Abgaswärmeübertrager, Katalysator und Abgassystem bei Abgasaustrittstemperaturen < 180°C.

Technische Daten

4.7.8 Checkliste für Angaben zur Brenngasqualität

Allgemeine Informationen			
Projekt			
Ansprechpartner beim Kunden			
Erreichbar unter			
Art und Herkunft des Gases			
Physikalische Eigenschaften		von	bis
Gasdruck			
Gastemperatur			
Relative Gasfeuchte			
Chemische Eigenschaften			
Hauptkomponenten		Vol.-%	Meßmethode
Methan	CH ₄		
Ethan	C ₂ H ₆		
Propan	C ₃ H ₈		
Butan	C ₄ H ₁₀		
Pentan	C ₅ H ₁₂		
Hexan	C ₆ H ₁₄		
Kohlenmonoxid	CO		
Wasserstoff	H ₂		
Kohlendioxid	CO ₂		
Stickstoff	N ₂		
Sauerstoff	O ₂		
Sonstiges			
Spurenstoffe		ppm oder mg/Nm ³	Meßmethode
Ammoniak	NH ₃		
Summe Chlor	Σ Cl		
Summe Fluor	Σ F		
Schwefelwasserstoff	H ₂ S		
Summe Silizium	Σ Si		
Summe Schwefel	Σ S		
Staub			
Sonstige			

5368 442 09/2009

5 Wichtige Hinweise zu Planung und Betrieb

5.1 Störungen

Störungen oder Folgeschäden aufgrund unzulässiger Betriebsbedingungen sind weder durch Gewährleistung noch durch einen Servicevertrag abgedeckt. Werden die nachfolgenden Punkte eingehalten, wird die Betriebssicherheit erhöht:

Auslegung

- taktenden Ein-Aus-Betrieb vermeiden, ggf. Pufferspeicher vorsehen.
Das Verhältnis der Betriebsstunden zu den Starts muss mindestens größer als 2 sein, d.h. je Start mindestens zwei Stunden Betrieb. Je größer das Verhältnis Betriebsstunden : Starts desto besser.

Aufstellraum

- Abgas- und Abluftschalldämpfer in schallkritischen Objekten vorsehen, elastische Verbindungen (Kompensatoren) immer einplanen.
- Auf korrekte Dimensionierung und Führung der Abluft- und Abgasleitungen achten (Druckverluste, Nennweiten, Strömungsrauschen).
- Aufstellung auf die lose mitgelieferten Modulfüße für Körperschallentkopplung beachten!
- Nicht gemeinsam mit einer NH₃-Kältemaschine in einem Raum aufstellen

Heizung

- Konstanten und ausreichenden Heizwasservolumenstrom sicherstellen.
- Störabschaltungen durch zu hohe Heizwasserrücklauf-Temperaturen verhindern. Die Heizwasserrücklauftemperatur darf sowohl im Netzersatzbetrieb als auch im Netzparallelbetrieb einen Wert von 65 °C nicht überschreiten.
- Eine Rücklauftemperaturanhebung ist möglichst nahe am BHKW-Modul zu installieren.
- Optionalen Wärmemengenzähler innerhalb der Rücklaufanhebung vorsehen, um die erzeugte Wärmemenge zu ermitteln.
- Die Netzersatzbetrieb-Funktion gilt nicht in Verbindung mit dem Betrieb einer Absorptionskälteanlage.

Abgas

- Abgasquerschnitt ausreichend dimensionieren, maximal 10 m/s Strömungsgeschwindigkeit.
- Geeignetes Bauartzugelassenes Abgasrohr verwenden, Wandstärke mindestens 1 mm, Werkstoff Edelstahl, Verbindungen druckfest für Pulsation bis 4.000 Pa.
- Für das Kondensatwasser ist ein freier Ablauf mit mindestens 3% Gefälle über Siphon (U-Rohr) mit einer Höhe von ca. 150 mm zur Verhinderung von Abgasaustritt aus dem Kondensatwasserablauf vorzusehen.

Lüftung

- Nicht vorgewärmte, staub- und halogenfreie Kühl- und Verbrennungsluft sicherstellen.
- Ausreichende Frischluftzufuhr sichern, warme Abluft gesichert abführen.
- Im Schwimmbad ggf. separate Zuluftansaugung vorsehen (bei chlorhaltiger Luft).

Kraftstoff

- Gasfließdruck 25 mbar bis 50 mbar und Methanzahl ≥ 80 beachten.
- Zuleitung als Druckpuffer überdimensionieren.
- Optionale Gasmengenzähler messen meist die Betriebs-Kubikmeter: Diese Werte sind nach den Richtlinien der DVGW-TRGI G 600 in Norm-Kubikmeter („z-Zahl“) umzurechnen.

Elektro

- Das BHKW erzeugt Kraftstrom mit 400 V. Es verfügt aus Sicherheitsgründen über sensible elektrische Netzschutzeinrichtungen, die entsprechend den Vorschriften auf asynchrone Netzbelastungen im Kundennetz reagieren. Sicherheitsabstellungen stellen keine Störung des BHKW dar.
- Falsche Dimensionierung der elektrischen Lasten im Netzersatzbetrieb kann zu Störabschaltungen durch Überlast führen (Induktive oder kapazitive Anlaufströme betragen bis zum 20-fachen des Nennstromes und führen zur Überlastung des BHKW!).
- Abschaltung unter Vollast auf jeden Fall vermeiden, da die Bauteile höchsten mechanischen Belastungen ausgesetzt werden.
- BHKW-Module **müssen** über ein Erdungskabel an die bauseitige Potentialausgleichsschiene angeschlossen werden.

Wartung + Betriebsstoffe

- Regelmäßige Wartung und Pflege durch qualifiziertes Personal. Wir empfehlen den Abschluss eines Wartungsvertrages.
- Beseitigen von Tropfleckagen, ordnungsgemäße Altölentsorgung, regelmäßige Prüfung der Abgaskondensatleitungen auf Funktion.
- Während längerer Betriebspausen bei der Stilllegung des Moduls die Batterien abklemmen und bei Stillstandszeiten länger 24 Wochen Modul konservieren.

6 Stichwortverzeichnis

A

Abgas.....	33
Abgasreinigungssystem.....	12
Abgasvorschalldämpfer.....	10, 12
Ablüfter.....	12
Allgemeines.....	4
Aufstellraum.....	33
Aufstellung.....	26
Auslegung.....	33

B

Betriebsstoffe.....	28, 33
---------------------	--------

D

Dauerleistung im Netzparallelbetrieb.....	5
Drehstrom-Synchron-Generator.....	10

E

Elektro.....	33
Emissionswerte.....	5
Energiebilanz.....	6

F

Farben.....	25
Flanschkupplung.....	10

G

Gas-Otto-Motor.....	10
Generatorleistungsteil.....	15
Gewichte.....	25
Grundlieferumfang.....	4
Grundrahmen.....	10

H

Heizung.....	33
--------------	----

I

Instandsetzung.....	18
---------------------	----

K

Kühlwasserwärmeübertrager.....	11
--------------------------------	----

Kupplung.....	10
---------------	----

L

Lüftung.....	33
--------------	----

M

Maße.....	25
Mikroprozessorsteuerung.....	15
Musteraufstellpläne.....	26

N

Netzersatzbetrieb.....	5
------------------------	---

P

Plattenwärmeübertrager.....	11
Prinzipschaltbild.....	16
Produktbeschreibung.....	7

S

Schadstoffemissionen.....	5
Schalldämmhaube.....	12
Schallschutzelemente.....	10
Schaltschrank.....	15

T

Technische Daten.....	21
-----------------------	----

U

Überwachungseinrichtungen.....	14
--------------------------------	----

V

Verrohrungen.....	11
-------------------	----

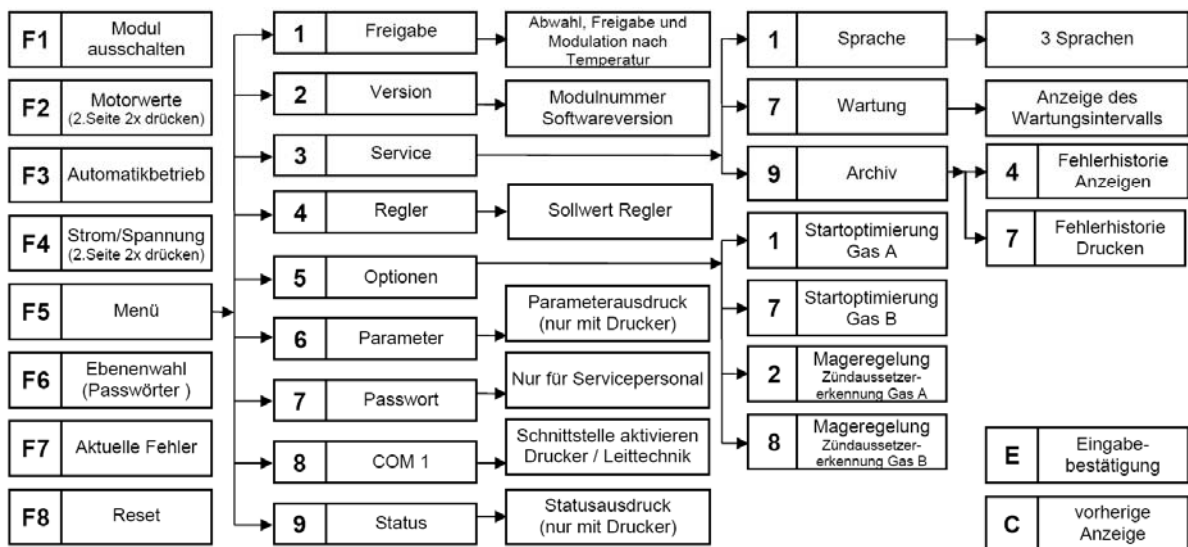
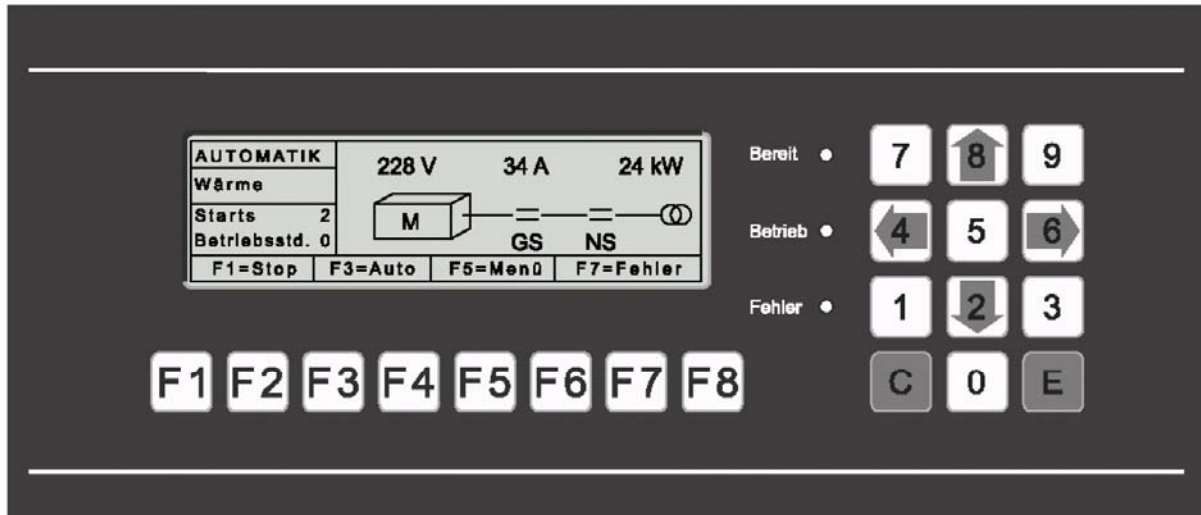
W

Wärmeübertragersystem.....	11
Wartung.....	33
Wartung und Instandsetzung.....	18

Z

z-Zahl.....	33
-------------	----

7 Kurzanleitung



8 Konformitätserklärung



Konformitätserklärung

Declaration of conformity

Déclaration de conformité

Wir
 We **ESS Energie Systeme & Service GmbH, D-86899 Landsberg am Lech**
 Nous

erklären in alleiniger Verantwortung, dass die Produkte
 declare under our responsibility that the products
 déclarons sous notre seule responsabilité que les produits

Blockheizkraftwerke (BHKW) mit Schaltschrank

VITOBLOC 200 BM-36/66	VITOBLOC 200 BM-123/177
VITOBLOC 200 BM-55/88	VITOBLOC 200 BM-190/238
VITOBLOC 200 BM 98/150	

konform sind mit den Anforderungen der Richtlinien
 are in conformity with the requirements of the directives
 sont conforme aux exigences des directives

Richtlinie Directive Directive		Norm Standard Norme	Identnummer Identification number Numéro d'identification
90/396/EEC	gas appliance directive	*) EN 437	
2006/42/EC	machinery directive	EN ISO 12100-1/-2 DIN EN 1050 DIN EN 294 DIN EN 1443	
94/9/EC	ATEX 95	DIN EN 60079-10	⊕ II II 3G c IIA T1 NE
73/23/EEC	low voltage directive	EN 60204-1 EN 60034-1/-5 VDE 0100 VDE 0660 T. 500 DIN EN 60034-5	
89/336/EEC	EMC directive	EN 55011	

*) Berücksichtigung der grundlegenden Anforderungen des Anhang I
 Consideration of the essential requirements of annex I
 Considération des exigences fondamentales de l'annexe I

Landsberg am Lech, 30. März 2009

ESS Energie Systeme & Service GmbH

Fischer

Wismach



VIESSMANN Group

Anforderungen an den Betriebsraum eines BHKW auf einer Anlage mit explosionsgefährdeten Bereichen entsprechend

ATEX 137 Betriebsrichtlinie 99/92/EG bzw. DIN EN 60079-10-1:

Explosionsfähige Atmosphären – Teil 10-1: Einteilung der Bereiche

1. Anforderungen an den Betriebsraum BHKW als ZONE 2 NE

1.1 Stellen mit sekundärem Austrittsgrad

Im BHKW-Betriebsraum dürfen ausschließlich Stellen mit sekundärem Austrittsgrad vorhanden sein, d.h.

- ▶ Dichtungen von Pumpen, Kompressoren und Ventilen, bei denen im Normalbetrieb der Anlage kein Austritt brennbarer Stoffe erwartet wird;
- ▶ Flansche, Verbindungen und Rohrarmaturen, bei denen im Normalbetrieb kein Austritt brennbarer Stoffe erwartet wird;
- ▶ Probenahmestellen, bei denen im Normalbetrieb kein Austritt brennbarer Stoffe erwartet wird;
- ▶ Entlastungsventile, Entlüftungsöffnungen und andere Öffnungen, bei denen im Normalbetrieb kein Austritt brennbarer Stoffe in die Atmosphäre erwartet wird.

1.2 Mechanische Entlüftung des BHKW-Betriebsraumes

Die BHKW-Aufstellung und der BHKW-Betrieb ist abhängig von der mechanischen Entlüftungsanlage des Betriebsraumes. Die Wirksamkeit der Lüftung zur Verdünnung und Beschränkung der Beharrung der explosivfähigen Gasatmosphäre hängt vom Grad und der Verfügbarkeit der Lüftung und von der Bauweise des Systems ab.

- ▶ **Starke Lüftung (VH)**
Die Lüftung kann die Konzentration an der Austrittsstelle praktisch sofort verringern, sodass sie unter die untere Explosionsgrenze fällt. Daraus ergibt sich eine Zone vernachlässigbarer Ausdehnung („Zone 2 NE“). Das Mindestluftvolumen darf 35 m³/h je installierte elektrische Kilowatt BHKW-Leistung nicht unterschreiten.
- ▶ Zur Sicherstellung der Verfügbarkeit der Lüftung ist die Funktion mit einer entsprechenden elektronischen Drucküberwachung (Strömungswächter) zu kontrollieren. Vor Inbetriebnahme des BHKW ist der Raum für mindestens 60 Sekunden zu spülen. Erst danach darf das BHKW bei Freigabesignal der Raumluft-Drucküberwachung in Gang gesetzt werden. Ohne Freigabesignal der Raumluftdrucküberwachung ist das BHKW sofort zu stoppen.
- ▶ Ein Umluftbetrieb ist nicht gestattet!
- ▶ Die exponierten Stellen mit sekundärem Austrittsgrad sowie das BHKW müssen vom Luftstrom mit einer Mindestluftgeschwindigkeit von 2 m/s erfasst werden.

2. BHKW analog ATEX 94/9/EG Anhang I (ATEX 95)

Die vorgenannten BHKW-Module können als Geräte analog der Kategorie 3 ausschließlich in Zone 2 oder Zone 2 NE nach ATEX 137 Betriebsrichtlinie 99/92/EG eingesetzt werden.

Die Kategorie 3 umfasst Geräte, die konstruktiv so gestaltet sind, dass sie in Übereinstimmung mit den vom Hersteller angegebenen Kenngrößen betrieben werden können und ein Normalmaß an Sicherheit gewährleisten. Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre durch Gase, Dämpfe, Nebel oder aufgewirbelten Staub auftritt, aber wenn sie dennoch auftritt, dann aller Wahrscheinlichkeit nach nur selten und während eines kurzen Zeitraums (Zone 2 gemäß ATEX 137).

Geräte dieser Kategorie gewährleisten bei normalem Betrieb das erforderliche Maß an Sicherheit.

Notizen

Notizen



VIESSMANN Group



ENERGIE

- Gasmotorsysteme
- BHKW -
Kompetenzzentrum

SYSTEME

- Mobile Einheiten
- Softwarelösungen
- Schaltschranksysteme

SERVICE

- Inbetriebnahmen
- Servicekonzepte
- Schulungen



Technische Änderungen vorbehalten!

ESS Energie Systeme & Service GmbH
Celsiusstraße 9
D-86899 Landsberg am Lech
Telefon: 08191 / 9279-0
Telefax: 08191 / 9279-23
info@ess-landsberg.de
www.ess-landsberg.de
799 000 024

5368 442 09/2009