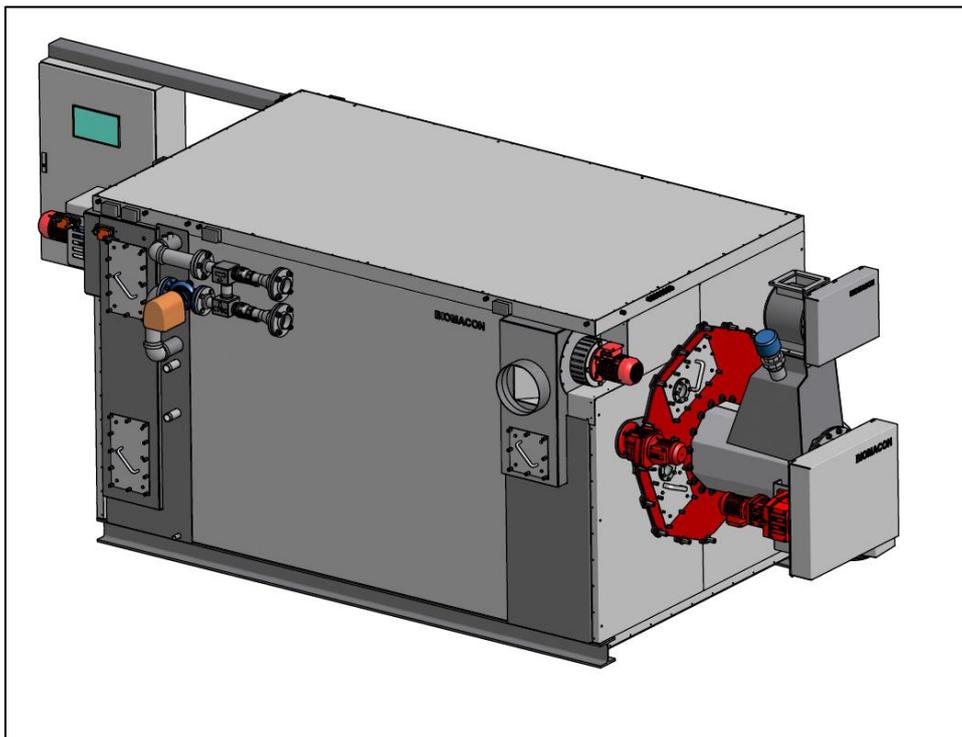


13/03/2019

BIOMACON COMPACT CONVERTER: SYSTEM BESCHREIBUNG



CE

Copyright BIOMACON GmbH 2017
All rights reserved

Reproduction, adaptation and translation without prior written permission is prohibited

Inhalt

1. System Beschreibung:	3
2. Allgemeine Informationen zu Funktionseinheiten	3
2.1. Compact-Converter	3
2.2. Allgemeine Beschreibung zum BMC Compact-Converter	4
2.2.1. Heat-Shield Technologie	6
2.2.2. Steuerung	6
2.2.3. Hochtemperaturreformer	7
2.2.4. Start und Stop Automatik	7
2.2.5. Mono Screw	7
2.2.6. Low NOx burner	7
2.2.7. Eintrags Einheit	7
2.3. Compact Converter Einheit	7
2.4. Austrags Einheit	8
3. Compact Converter Prozess (Beispiel Container Lösung)	10
4. Verfahrensbeschreibung:	11
5. Betriebs- und Wartungsanforderungen	13
5.1. Wartung und Instandhaltung – Einführung	13
5.2. Sicherheit	13
5.2.1. Allgemeine Sicherheitsanweisung	13
5.2.2. Verwendungszweck	14
5.2.3. Gefahren und Unfallvermeidung	14
6. Dokumentation der Abgasemissionen	15
7. Pflanzenkohle Analyse (Pellets-2017)	18

1. System Beschreibung:

Klimawandel, Ressourcenknappheit, Wüstenbildung und Grundwasserverschmutzung sind die großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Die BIOMACON-Technologie stellt für die Bewältigung dieser Herausforderungen eine wichtige Komponente dar. Neben der systematischen Ressourcenschonung gibt es derzeit keine andere vielversprechende Lösung für diese Herausforderungen.

Biomasse ist neben Wasser, Boden und Atmosphäre eine der bedeutendsten globalen CO₂-Speicher. Bei der konventionellen Verwendung von Biomasse zur Energieerzeugung entspricht die Menge an CO₂, die freigesetzt wird, immer der Menge, die zuvor durch die Biomasse gebunden wurde. Die BIOMACON-Technologie verwendet dagegen nur den in der Biomasse enthaltenen Wasserstoff zur Energieerzeugung. Chemisch stabiler Kohlenstoff wird systematisch als Pflanzenkohle entkoppelt. Pflanzenkohle ist ein wichtiges Instrument im Kampf gegen den Klimawandel. Ein Kilogramm reiner Kohlenstoff bindet 3,6 kg CO₂ für mehr als 1000 Jahre. Pflanzenkohle ist auch ein starkes Werkzeug zur Vermeidung von Wüstenbildung. Durch den Austausch von Nitrat enthaltenden Düngemitteln durch Pflanzenkohle werden Oberflächenwasser und Grundwasser aktiv geschützt.

2. Allgemeine Informationen zu Funktionseinheiten

2.1. Compact-Converter

Der Compact-Converter ist für Lignin haltige Materialien mit einem maximalen Wassergehalt von 35% ausgelegt. Unter diesen Bedingungen kann der Compact-Converter die integrierten technischen Innovationen voll ausschöpfen.

- Der Kompaktwandler benötigt nur eine geringe Fläche und kann daher problemlos in bestehende Gebäude integriert werden.
- Die kompakte Bauweise sorgt für maximale Wärmeeffizienz und minimale Strahlungsverluste.
- Die keramische Innenauskleidung ermöglicht extrem hohe Prozesstemperaturen. Das Ergebnis ist emissionsarme hochwertige Pflanzenkohle
- Compact-Converter sind wärmegetrieben und entsprechend dem geforderten Wärmeverbrauch ausgelegt. Sie sind in verschiedenen Größen erhältlich. Die modulierende Ausgangsregelung passt sich automatisch dem geforderten Wärmeverbrauch an.

Durch die Zellenradschleuse erreicht das Rohmaterial die Konverterschnecke, die dann die Biomasse durch eine Brennkammer transportiert. Innerhalb dieser Kammer wird die Biomasse getrocknet, vorgewärmt und pyrolysiert. Wie bei der Herstellung von Aktivkohle durchströmt ein sehr heißes Gasgemisch die schwelende Biomasse. Die Verweilzeit beträgt ca. zwei Std. und führt zu einer außergewöhnlich sauberen Pflanzenkohle.

2.2. Allgemeine Beschreibung zum BMC Compact-Converter

Die Biomacon Compact-Converter Anlage verwendet den in der Biomasse enthaltenen Wasserstoff zur Energieerzeugung. Chemisch stabiler Kohlenstoff wird hierbei systematisch als Pflanzenkohle entkoppelt.

Für die Compact-Converter Anlage sind insbesondere folgende Verfahrensschritte hervorzuheben:

Das keramische Futter in der Pyrolysekammer ermöglicht ideale Prozesstemperaturen. Die Biomasse wird in einem kontinuierlichen Prozess in der Pyrolysekammer getrocknet, vorgewärmt und pyrolysiert. Wie bei der Herstellung von Aktivkohle durchläuft ein sehr heißes Gasmisch die schwelende Biomasse. Das Ergebnis ist emissionsarme hochwertige karbonisierte Biomasse (Pflanzenkohle).

Die Emission von NOx Gasen wird durch das BMC-Brenner Verfahren mit integrierter Rauchgasrückführung verringert. Zudem wird über eine Lambdasonde die Luftzufuhr automatisch gesteuert und der Verbrennungsprozess optimiert, was eine weitere Reduktion der NOx-Emissionen zur Folge hat.

Die karbonisierte Biomasse wird im Anschluss unter Ausschluss von Sauerstoff gekühlt und zum Doppelschieberaustrag transportiert.

Die thermische Energie der Rauchgase wird im BMC Wärmetauscher aufgenommen und in den Heizkreislauf gepumpt. Durch die kompakte Bauweise wird eine maximale Wärmeeffizienz mit minimalen Strahlungsverlusten erzielt. Compact-Converter sind wärmegeführt und entsprechend dem geforderten Wärmeverbrauch ausgelegt. Sie sind in verschiedenen Größen mit einer Nennleistung von 40kW bis 400kW erhältlich. Die modulierende Ausgangsregelung passt sich automatisch dem geforderten Wärmeverbrauch an.

Die entstehende Asche wird automatisch vom BMC-Gasreinigungssystem ausgekoppelt und separat und in einem eigens dafür ausgelegten Raum gesammelt. Dies führt dazu, dass ein Großteil der Schadstoffe (PAK, Schwermetalle, Furane etc.) von der Pflanzenkohle separiert werden können und ein hochwertiges Pflanzenkohleprodukt hergestellt wird.

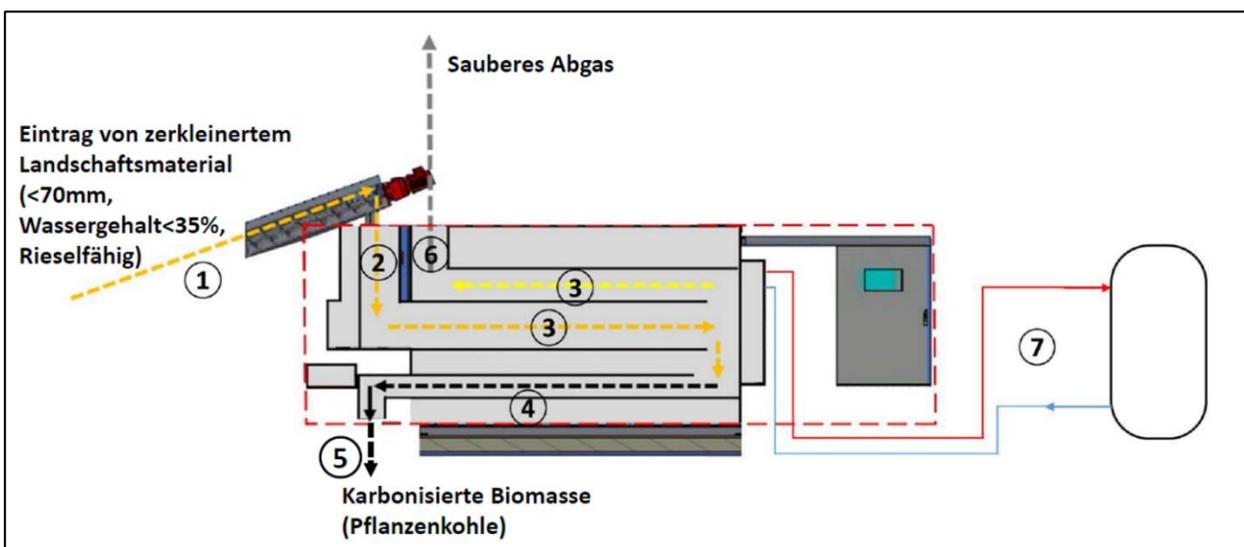


Abbildung 1: Vereinfachtes Prozessschema mit Baugruppenbeschriftung

Tabelle 1: Baugruppenübersicht Compact-Converter

Baugruppe	Beschreibung
BG1	Vorlagebehälter (Bauseits)
BG2	Eintrag (BMC)
BG3	Pyrolysekammer (BMC)
BG4	Austrag (BMC)
BG5	Pflanzkohlelagerung (Bauseits)
BG6	Abgas (BMC)
BG7	Heizkreislauf (Bauseits)

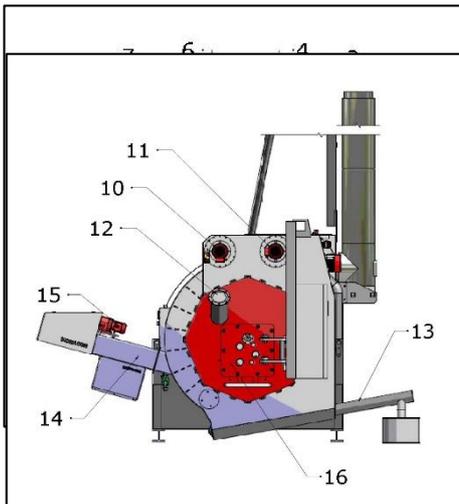


Abbildung 3: Bauteilbezeichnung links

Nummerierung	Bezeichnung
10	Sauerstoff Zuluft Ventilator
11	Abgasrückführung Ventilator
12	Druckentlastungsklappe (Ex-Schutz)
13	Ascheaustrag
14	Kohleaustrag
15	Antrieb Kohleaustrag/Zellenradschleuse
16	Wartungsklappe (Konverterschnecke-Austrag)

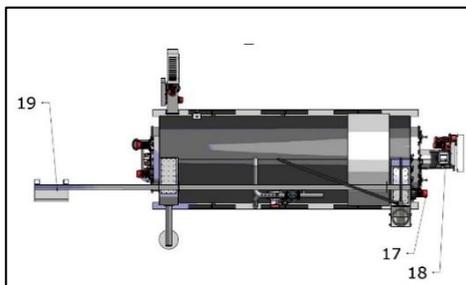


Abbildung 4: Bauteilbezeichnung Daufsicht

Nummerierung	Beschreibung
17	Antrieb Reinigungsschnecken
18	Eintrag Zellenradschleuse
19	Schaltschrank

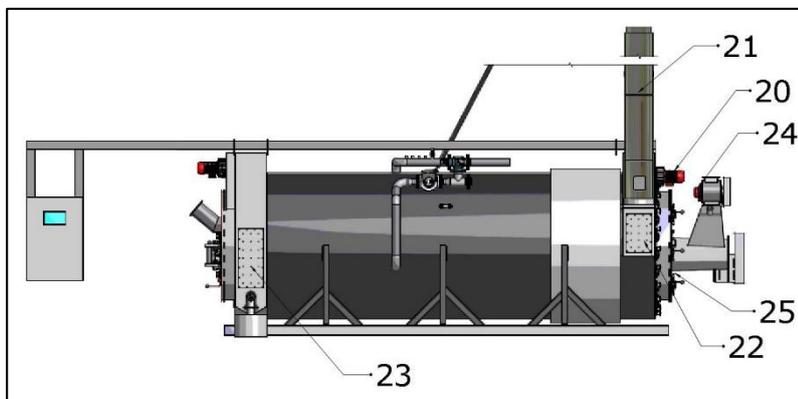


Abbildung 5: Bauteilbezeichnung Vorne

Nummerierung	Beschreibung
20	Abgas Ventilator
21	Kamin
22	Wartungsklappe Wärmetauscher Ausgang
23	Wartungsklappe Wärmetauscher Eingang
24	Antrieb Zellenradschleuse Eintrag
25	Wartungsklappe Konverterschnecke Eintrag

Die unterschiedlichen Compact-Converter Typen sind unterteilt in C40, C63, C100, C160, C250 und C400. Die Zahl nach dem dem "C" gibt die thermische Nennleistung der Anlage an und die Zahl nach dem Bindestrich die aktuelle Version. Die unterschiedlichen Dimensionen sind in der folgenden Tabelle beschrieben.

Tabelle 2: Aufstellgrenzen für BMC Compact-Converter Heizkessel

Typ	C40-F	C63-F	C100-F	C160-F	C250-I	C400-I
Einbringungshöhe A [mm]	1.744	1.760	1.760	2.118	2.283	2.283
Gesamthöhe B [mm]	1.767	1.768	1.770	2.127	2.803	2.803
Breite C [mm]	1.902	1.902	1.902	2.554	5.150	5.150
Transportbreite [mm]	1.902	1.902	1.902	2.554	2.554	2.554
Torbreite (A) Aufstellraum [mm]	2.102	2.102	2.102	2.754	2.754	2.754
Gesamttiefe D [mm]	4.684	5.169	5.400	6.192	8.716	10.258
Abgasrohr Durchmesser [mm]	180	180	180	300	300	300
Pflanzkohle Austritt H [mm]	165	196	225	293	408	408
Gewicht [kg]	4.763	5.562	7.310	9257	14.600	17.607
Nennleistung [kW]	40	63	100	160	250	400

2.2.1. Heat-Shield Technologie

Die von BIOMACON entwickelte Wärme-Schutz Technologie nutzt einen inneren Wassermantel, der den gesamten Converter umgibt. Auf diese Weise entspricht der thermische Wirkungsgrad dem neuesten Stand der modernen Heizsysteme und ist damit ein wegweisendes Instrument zur ressourcenschonenden Nutzung von biogenen Rohstoffen.

2.2.2. Steuerung

Für trainiertes Personal ist es einfach, mit der BIOMATRONIC Dialogsteuerung zu arbeiten. Im Dialogmenü werden für die verschiedenen Anwendungen separate Programme gespeichert. Die Maschine kann einfach durch Antippen der Menütasten auf die verschiedenen Modi umgeschaltet werden.

BIOMATRONIC ist dauerhaft mit dem BIOMACON Server und den Kundenmaschinen verbunden. Die Fernbedienung über Computer oder Smartphone ist in der Grundkonfiguration enthalten.

2.2.3. Hochtemperaturreformer

Die Produktion von hoch qualitativer Pflanzenkohle wird durch lange Retentionszeit innerhalb des Hochtemperaturreformers ermöglicht. Optional kann die Maschine mit einem Gas- oder Dampfaktivator ausgerüstet werden. Die Temperatur in der Kohle kann dann auf über 900° C ansteigen.

2.2.4. Start und Stop Automatik

Die elektronische START-STOP-Steuerung arbeitet unabhängig, die Maschine passt sich automatisch dem Wärmeverbrauch an. Abgesehen von einigen elektrischen Energie für die Zündung ist kein zusätzlicher Energieeintrag erforderlich. Die Start-Stopp-Steuerung schaltet sich automatisch aus und wieder ein.

2.2.5. Mono Screw

Die zweifach gelagerte BIOMACON MONO SCREW ist außerordentlich robust konstruiert und bedarf nur eines beweglichen Bauteiles. Reibung von Metall auf Metall ist ausgeschlossen. Chrom und Nickel verbleiben in der Anlage, wo sie hingehören, und gelangen deshalb nicht in die Pflanzenkohle.

2.2.6. Low NOx burner

Durch Rezirkulation der Abgase wird die Flammentemperatur im Flammenkopf des Low-NOxBrenners elektronisch auf 850° bis 950° geregelt. In der Folge entsteht extrem wenig Stickoxid. Low-NOx steht für „wenig NOx = wenig Stickoxide“. Verfahrenstechnisch gesehen ist die Bildung der NOx- und CO-Emissionen gegenläufig. Die langen Verweilzeiten im Nachbrennraum ermöglichen die vollständige Reaktion der CO Gase. Alle Maßnahmen sowie die geringen Feinstaubemissionen führen zu den hervorragenden Abgaswerten.

2.2.7. Eintrags Einheit

- Die Eintrageinheit (Silo, Eintragschnecke) muss in einem abgetrennten Raum untergebracht sein. Bei Anlagen im Freien können für Anlagengrößen bis 160kW hierfür zum Beispiel umgebaute 20' HQ Überseecontainer verwendet werden. Es ist zu Berücksichtigen, dass der Radlader/Transporter genügend Zugang zum Silo hat.
- Das Konverterschneckenrohr für den Eintrag muss quadratisch sein. Hierdurch wird vermieden, dass sich das Eintragsmaterial mit der Eintragschnecke dreht. Somit können Verstopfungen verhindert werden.
- Die offene Oberseite des Silos muss eine flexible Plane haben oder überdacht sein damit verhindert wird, dass das Futtermaterial nass wird.

2.3. Compact Converter Einheit

- Der Compact Converter wird von der Biomacon GmbH geliefert
- Folgende Aufstellorte dürfen für BIOMACON Kompact-Converter nicht verwendet werden:

- Die Verbrennungsluft muss frei von aggressiven Stoffen (z. B. Halogene, Chloride, Fluoride, usw.) und frei von Verunreinigungen (Staub, Baustoffe, Dämpfe, usw.) sein.
- Bei verschmutzter Verbrennungsluft im Aufstellraum ist ein erhöhter Reinigungs- und Wartungsaufwand erforderlich. Es wird empfohlen die Anlage raumluftunabhängig zu betreiben.
- Der Aufstellort muss den örtlichen Bestimmungen entsprechen.
- Mindestabstand zu den umgebenden Wänden muss min. 0,8m betragen.

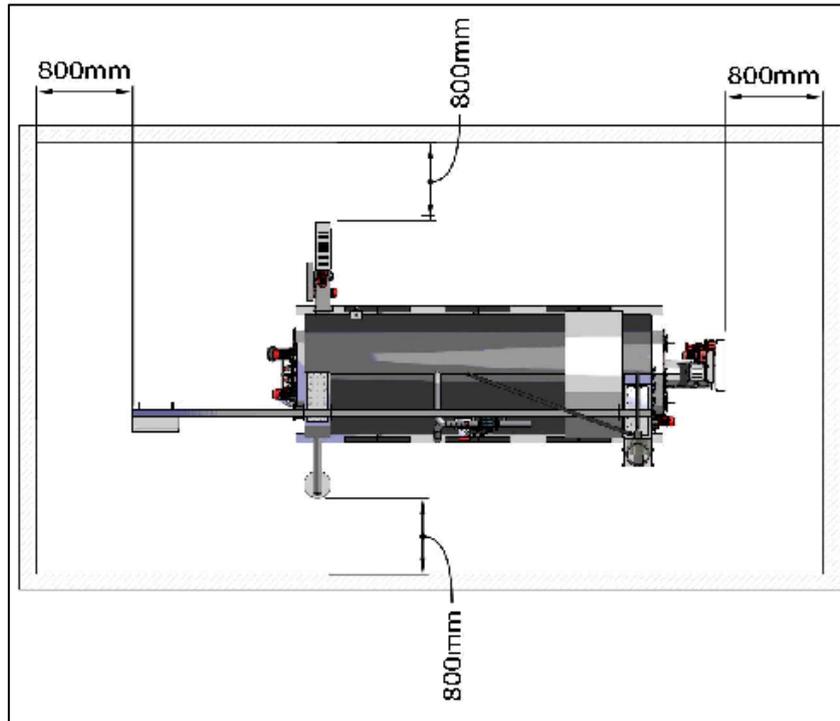


Abbildung 6: Wartungs- und Sicherheitsabstand für Raumaufstellung des BMC Compact Converter

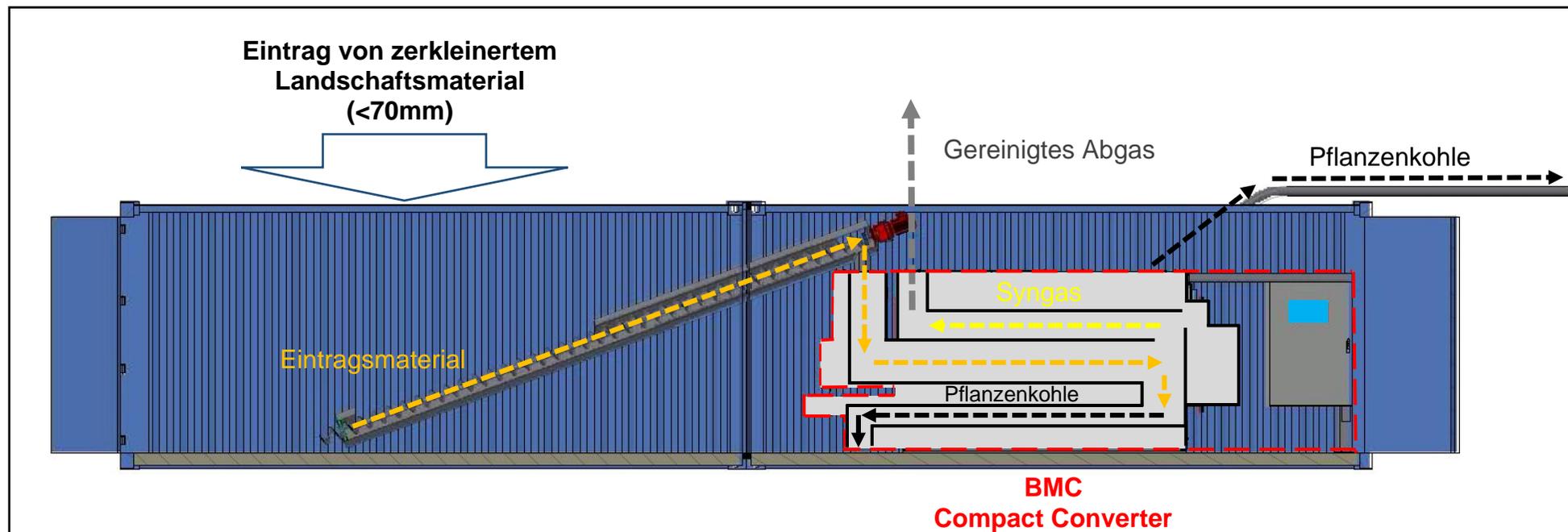
- Der Compact-Converter sollte in einem belüftbaren Raum aufgestellt werden
- Es ist wichtig einen Warmwasser-Pufferspeicher je nach Größe in der Nähe des Compact Converters zu platzieren (Faustformel: 30Liter x ykW [Beispiel für Bei 160kW: 30Liter x 160kW = 4800Liter]). Der Pufferspeicher ist Teil des Hydrauliksystems und wird in der Regel vom Installationsbetrieb geplant.
- Der Pufferspeicher braucht eine integrierte elektrische Heizpatrone, um das Einfrieren im Winter während der Ausfallzeit des Systems zu verhindern.

2.4. Austrags Einheit

- Die Austrageinheit besteht aus einer flexiblen/festen Konverterschnecke und Einer Anzahl an Big Bags in Abhängigkeit der Pflanzenkohle Produktionsmenge
- Die flexible Konverterschnecke hat den großen Vorteil, dass für den Antrieb des Austragssystems nur ein Elektromotor notwendig ist. Das spart Installationskomplexität und Kosten.

- Die Big Bags sind über Schieber mit der flexiblen Konverterschnecke verbunden. Die Schieber werden geschlossen, bevor die Pflanzenkohle mit einem Gabelstapler abtransportiert wird
- Es besteht keine Notwendigkeit einer Befeuchtung für die Pflanzenkohle beim Austrag. Es muss jedoch ein Abstand von 5m zwischen Big Bags und Compact Converter/ Gebäude eingehalten werden. Die langsam laufende Konverterschnecke lässt die Pflanzenkohle ausreichend abkühlen

3. Compact Converter Prozess (Beispiel Container Lösung)



4. Verfahrensbeschreibung:

Die zu verwertende Biomasse wird in den Vorlagebehälter eingelagert und über ein Transportsystem (Förderschnecke) zum Eintrag der BMC-Compact-Converter Anlage gefördert (Abbildung 7).

Da die Anlage in Abhängigkeit der Wärmelast betrieben wird, steuert die Anlage den Massenstrom der einzutragenden Biomasse je nach Wärmebedarf. Bei bestehendem Wärmebedarf wird die Zellenradschleuse am Eintrag (ET-X-202) von einem Stellantrieb mit Drehfühler geöffnet. Die Zellenradschleuse verhindert den Lufteintritt in den Pyrolysereaktor und dient somit als Rückbrandsicherung. Ein Signal vom Füllstandsensor (ET-L-203) gibt den Befehl die Biomasse von der Konverterschnecke (PK-H-301) in den Pyrolysereaktor zu transportieren. Bei Blockaden der Konverterschnecke veranlasst ein Drehfühler den Rücklauf des Stellantriebs um die Blockade aufzuheben. Die Temperatur in der Konverterschnecke beträgt maximal 700°C. Das ausscheidende Syngas strömt auf Grund des Unterdrucks in den Flammraum und wird durch den Zünder (PR-Z-311) und durch das Einbringen der Primärluft entzündet. Die Temperaturen im Flammraum betragen maximal 1200°C. Die Temperaturen in der Konverterschnecke (PR-T-303) sowie dem Flammraum (PR-T-302, PR-T-304) werden kontinuierlich überwacht. Die Lamdasonde (PR-Lambda-308) misst den Sauerstoffgehalt im Abgas und steuert die Verbrennungsluftgebläse für Primär- und Sekundärluftzufuhr (PR-V-305, PR-V-306) als auch für die Abgasrückführung (PR-V-307).

Ein Flammwächter (PR-FW-310) überwacht zudem die Flammenbildung im Flammraum und reguliert den Prozess bei Erlöschen der Flamme.

Das entstehende Abgas am Ende des Flammraums strömt in den Abgaswärmetauscher und gibt die Wärme an den Heizkreislauf (HK-700) ab. Die sich absetzende Asche im Wärmetauscher wird kontinuierlich abtransportiert und in einem Aschebunker (AG-K-604) gesammelt. Das warme Abgas strömt anschließend durch den Kamin in die Atmosphäre. Der Ventilator am Abgas Ausgang zum Kamin (AG-V606) erzeugt zudem einen ständigen Unterdruck in der Anlage, der verhindert das sich brennbare Gase in der Anlage ansammeln und dient somit auch zur Brandschutzsicherung.

Die karbonisierte Biomasse fällt im Anschluss an den Pyrolyseprozess in den Austrag (AT-400). Von hier aus wird sie von einer weiteren Förderschnecke (AT-H-401) durch ein Wassergekühltes Rohr zur Austrags-Zellenradschleuse (AT-X-404) transportiert. Hierbei wird überschüssige Wärme über einen Wärmetauscher an den Heißwasserkreislauf abgegeben und der Pyrolyseprozess kann unter Ausschluss von Sauerstoff abgeschlossen werden. Im Austrag gibt ein Füllstandsensor (AT-L-405) ein Signal zum Öffnen der Zellenradschleuse und die Pflanzenkohle wird vom Pflanzenkohlelagersystem (PKL-500) (Bauseits) zu einem Lagerbehälter abtransportiert. Bei zu hohen Temperaturen (PKL-T-504) im System der Pflanzenkohlelagerung, wird die Pflanzenkohle über Wassersprinkleranschlüsse aus Brandschutzgründen abgelöscht.

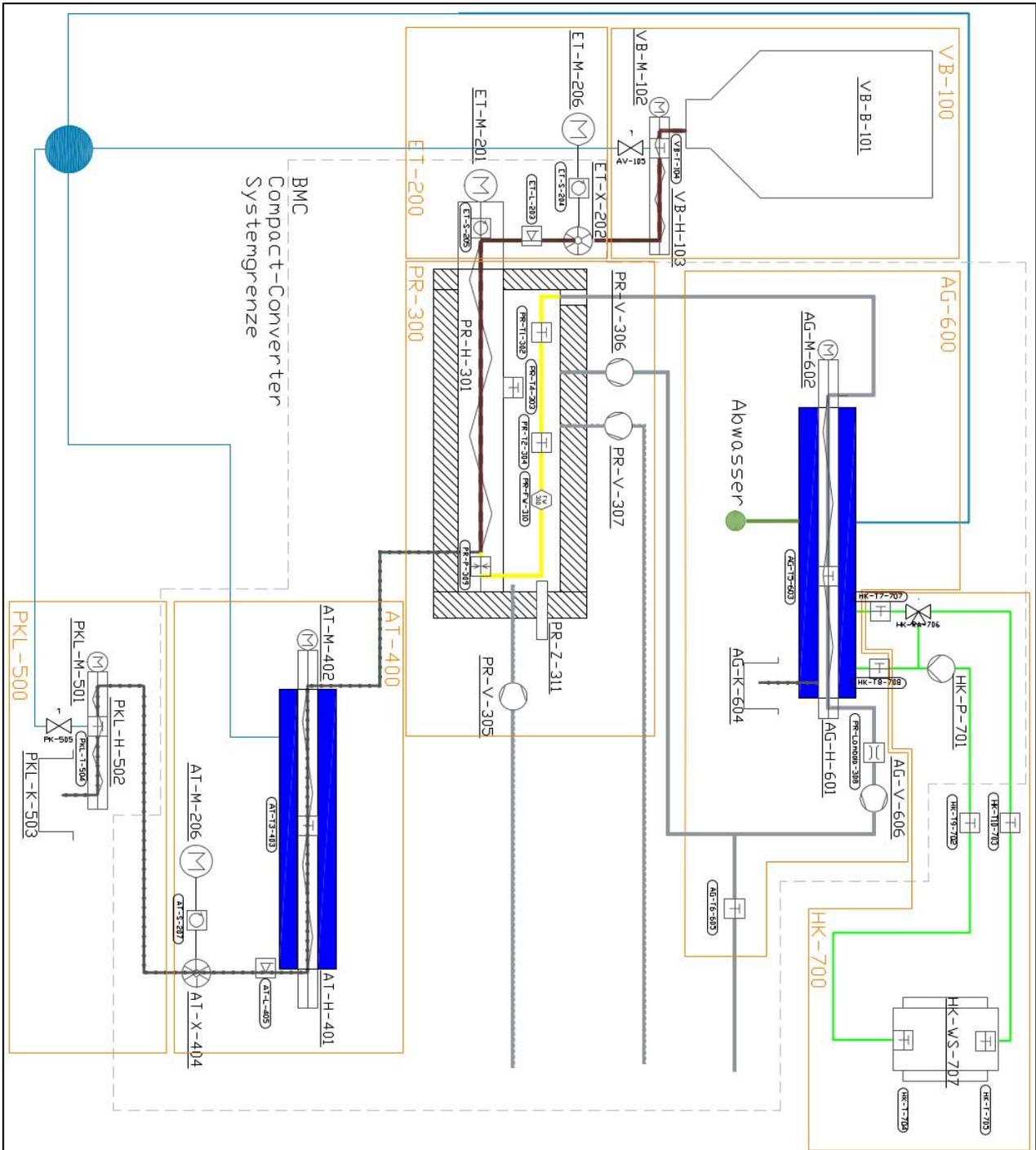


Abbildung 7: Verfahrensfließbild mit Baugruppen Übersicht

5. Betriebs- und Wartungsanforderungen

Die BIOMACON Compact-Converter sind für den alltäglichen Dauerbetrieb ausgelegt. Neben hochwertigen Materialien ist ein kohärentes und konsequentes Design unverzichtbar. Unsere Systeme benötigen zudem keine Gasleitungen. Je nach Rohstoffqualität sind Reinigungsintervalle von über 2000h nicht ungewöhnlich. Der BIOMATRONIC zeigt den Grad der Schmutzansammlung an und schlägt einen Zeitpunkt für die nächste Reinigung vor.

5.1. Wartung und Instandhaltung – Einführung

Lesen Sie die Bedienungsanleitung sorgfältig durch, um den sicheren, störungsfreien und wirtschaftlichen Betrieb des Systems zu gewährleisten. Vor der Inbetriebnahme müssen alle Sicherheitsbedingungen erfüllt sein. Nur qualifizierte und geschulte Personen der Firma BIOMACON oder deren Vertreter können an der Anlage arbeiten. Bei der Konstruktion der Karbonisierungsanlage wurden nur qualitativ hochwertige und entsprechend teure Materialien eingesetzt. Aufgrund eines zu hohen Wassergehaltes (>35%) im Rohstoff werden die verwendeten Materialien stark belastet. Dies bedeutet nicht, dass solche feuchten Materialien nicht verkohlt werden können, sondern dass, wenn solche Rohstoffe karbonisiert werden, die Lebensdauer der Maschine reduziert wird.

Gleiches gilt für anorganische Bestandteile im Rohstoff. Anorganische Fraktionen bestehen im Wesentlichen aus Sandkörnern. Sandkörner sind sehr abrasiv und verursachen vorzeitige Abnutzung.

5.2. Sicherheit

Alle an der Installation, Inbetriebnahme und Instandhaltung des Systems beteiligten Personen müssen die Sicherheitshinweise und die Gefahrenbeschreibung lesen. Folge Sie insbesondere den Maßnahmen zur Vermeidung von Gefahren aus der Gefahrenabschätzung. Beachten Sie die Warnungen an den Maschinenteilen.

5.2.1. Allgemeine Sicherheitsanweisung

Die Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise kann zum Tod, zu schweren Verletzungen und / oder Sachschäden führen.

Bitte beachten Sie die folgenden allgemeinen Hinweise:

- Reparaturen nur durch qualifiziertes Personal durchführen lassen
- Entfernen Sie keine Sicherheitsabdeckungen während des Systembetriebs
- Brücken Sie keine Sicherheitsschalter
- Schalten Sie das System aus, bevor Sie Reinigungs- oder Wartungsarbeiten durchführen

5.2.2. Verwendungszweck

Die Anlage ist für die Karbonisierung von organischem Material mit einem Ligningehalt über 15% und einem Cellulosegehalt von über 35% ausgelegt und gebaut. Bei Karbonisierung anderer Rohstoffe erlischt jegliche Gewährleistung und Haftung seitens BIOMACON.

5.2.3. Gefahren und Unfallvermeidung

Türen in der Karbonisierungsanlage:

Es ist streng verboten, die Türen der Anlage oder im Stillstand zu öffnen. Nur die Firma BIOMACON oder ihre Vertreter können diese Türen öffnen!

- Compact-Converter Hülle

Es ist streng verboten, auf den Compact-Converter zu steigen.

- Personen im Anlagenraum

Der Betreiber muss sicherstellen, dass sich niemand im Anlagenraum befindet. Danach muss die Tür geschlossen und gegen unbefugten Zugriff durch ein Vorhängeschloss gesichert werden.

- Revisionsöffnung der Schrauben

Die Abdeckungen der Inspektionsöffnungen dürfen nur geöffnet werden, wenn sich der Hauptschalter am Schaltschrank in der Position O (Aus) befindet. Der Schalter muss mit einem Vorhängeschloss gesichert werden, um zu verhindern, dass er von Unbefugten wieder eingeschaltet wird. Vor dem wieder einschalten ist zu prüfen, ob alle Schutzvorrichtungen, Abdeckungen, Inspektionsöffnungen usw. ordnungsgemäß geschlossen sind.

- Autorisierte Betreiber

Personen unter 18 Jahren dürfen den Compact-Converter nicht bedienen. Das System darf nur von geschultem Personal betrieben werden.

Der Betreiber des Systems muss die Bedienungsanleitung jedem Bediener zugänglich machen und sicherstellen, dass er sie gelesen und verstanden hat. Erst dann darf der Betreiber das System in Betrieb nehmen.

Der Betreiber muss sicherstellen, dass nur autorisiertes Personal am System arbeitet. Das System muss gegen unbefugte Benutzung geschützt werden.

- Not-Halt

Der Betreiber muss sich über die Positionierung der Not-Aus-Schalter informieren. Beim Betätigen eines der Not-Aus-Schalter werden alle mechanischen Antriebe sofort abgeschaltet. Um eine Beschädigung des Systems zu vermeiden, werden die Lüfter erst nach 15 Minuten ausgeschaltet. Die Pumpen laufen weiter.

- Persönliche Schutzausrüstung

Wir empfehlen Schutzhandschuhe, Schutzhelme und Sicherheitsschuhe für die Arbeit am System.

6. Dokumentation der Abgasemissionen

Bericht Nr.: 42286/421600/12821/552133129/1		
Hauptvolumenstrom an der Messstelle		
Auftraggeber :	Freie Universität Berlin	
Projektnummer :	552133129	
Standort :	Botanischer Garten	
Anlage :	Karbonisierungsanlage	
Messstelle :	Reingas	
Messtermin :	19.10.2015	
Emissionstechnische Daten		
Luftdruck	1008	hPa
Mittlerer Sauerstoff-Gehalt	7,8	Vol.-%
Mittlerer Kohlendioxid-Gehalt	12,7	Vol.-%
Mittlere Abgastemperatur	211	°C
Abgasfeuchte (trocken)	164,6	g/m ³
Abgasfeuchte (feucht)	17,0	Vol.-%
Abgasdichte (Betriebszustand)	0,708	kg/m ³
Abgasdichte (Normzustand, trocken)	1,357	kg/m ³
Statischer Druck	-35	Pa
Kanalquerschnitt	0,042	m ²
Mittlere Strömungsgeschwindigkeit	33,7	m/s
Volumenstrom (Betriebszustand)	5092	m ³ /h
Volumenstrom (Normzustand, feucht)	2857	m ³ /h
Volumenstrom (Normzustand, trocken)	2371	m ³ /h
Geschwindigkeitsprofil im Kanal [m/s]:		
Achse 1	33,6 34,0	
Achse 2	33,4 33,7	

Bericht Nr.: 42286/421600/12821/552133129/1							Seite A2
Kontinuierliche Probenahme - O ₂ / CO ₂ / NO _x / CO / Methan							
Auftraggeber :		Freie Universität Berlin					
Projektnummer :		552133129					
Standort :		Botanischer Garten					
Anlage :		Karbonisierungsanlage					
Messstelle :		Reingas					
Messtermin :		19.10.2015					
Messung - Nr.		1	2	3	4	5	6
Start Messung	[hh:mm]	11:23	11:56	13:10	13:56		
Ende Messung	[hh:mm]	11:53	12:26	13:40	14:26		
Messdauer	[hh:mm]	00:30	00:30	00:30	00:30		
Luftdruck	[hPa]	1008	1008	1009	1009		
O ₂	[Vol.-%]	11,6	9,4	8,4	7,8		
CO ₂	[Vol.-%]	9,1	11,2	12,1	12,7		
NO _x (NO + NO ₂ , gerechnet als NO ₂) - Massenkonzentrationen und Massenströme							
NO _x - Gehalt	[ppm]	99,9	152,8	186,2	199,8		
NO _x - Gehalt	[mg/m ³]	204,8	313,2	381,7	409,6		
NO _x - Gehalt, *EB	[mg/m ³]	217,9	270,0	302,9	310,3		
Massenstrom	[kg/h]	0,486	0,743	0,905	0,971		
CO - Massenkonzentrationen und Massenströme							
CO - Gehalt	[ppm]	13,5	15,5	10,8	10,7		
CO - Gehalt	[mg/m ³]	16,9	19,4	13,5	13,4		
CO-Gehalt, *EB	[mg/m ³]	18,0	16,7	10,7	10,1		
Massenstrom	[kg/h]	0,040	0,046	0,032	0,032		
Methan - Massenkonzentrationen und Massenströme							
CH ₄ - Gehalt	[ppm]	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		
CH ₄ - Gehalt	[mg/m ³]	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4		
CH ₄ - Gehalt, *EB	[mg/m ³]	< 0,4	< 0,4	< 0,3	< 0,3		
Massenstrom	[kg/h]	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
*EB-Emission, bezogen auf den Bezugssauerstoffgehalt von 11 Vol.-%							
Weitere Stoffe - Volumenkonzentrationen ohne Sauerstoffbezug							
H ₂ O (feucht)	[Vol.-%]	12,0	14,7	16,1	16,6		
NO ₂ (trocken)	[ppm]	2,4	5,4	7,0	6,9		
N ₂ O (trocken)	[ppm]	1,1	0,6	< 0,5	< 0,5		
NH ₃ (trocken)	[ppm]	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		
HCl (trocken)	[ppm]	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		
Acetylen (trocken)	[ppm]	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		
Ethen (trocken)	[ppm]	0,7	0,5	< 0,5	< 0,5		
Ehtan (trocken)	[ppm]	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		
Propen (trocken)	[ppm]	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		
Propan (trocken)	[ppm]	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		
Benzol (trocken)	[ppm]	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		
Toluol (trocken)	[ppm]	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		
Xylol (feucht)	[ppm]	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		
Formaldehyd (trocken)	[ppm]	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		

Bericht Nr.: 42286/421600/12821/552133129/1							
Diskontinuierliche Probenahme - Stoffe							
Auftraggeber:		Freie Universität Berlin					
Projektnummer:		552133129					
Standort:		Botanischer Garten					
Anlage		Karbonisierungsanlage					
Messstelle:		Reingas					
Messtermin:		19.10.2015					
Messung Nr.:		1	2	3	4	5	6
Start Messung	[hh:mm]	11:23	11:56	13:10	13:56		
Ende Messung	[hh:mm]	11:53	12:26	13:40	14:26		
Messdauer	[hh:mm]	00:30	00:30	00:30	00:30		
Luftdruck	[hPa]	1008	1008	1009	1009		
Sauerstoffgehalt	[Vol.-%]	11,6	9,4	8,4	7,8		
Schwefeloxide [SOx als SO2] - Massenkonzentrationen und Massenströme							
Temperatur Gasuhr	[°C]	11,7	12,6	17,5	16,8		
Teilgas, Betrieb	[l]	57,4	56,7	59,1	58,0		
Teilgas, norm	[l]	57,3	56,5	57,9	57,0		
Analysen	[mg/Pr.]	0,5	0,8	1,1	1,2		
Massenkonzentration	[mg/m ³]	8,2	14,7	19,0	21,1		
Massenkonz., *EB	[mg/m ³]	8,7	12,7	15,1	16,0		
Massenstrom	[g/h]	19,4	34,9	45,0	49,9		
- Massenkonzentrationen und Massenströme							
Temperatur Gasuhr	[°C]						
Teilgas, Betrieb	[l]						
Teilgas, norm	[l]						
Analysen	[mg/Pr.]						
Massenkonzentration	[mg/m ³]						
Massenkonz., *EB	[mg/m ³]						
Massenstrom	[g/h]						
- Massenkonzentrationen und Massenströme							
Temperatur Gasuhr	[°C]						
Teilgas, Betrieb	[l]						
Teilgas, norm	[l]						
Analysen	[mg/Pr.]						
Massenkonzentration	[mg/m ³]						
Massenkonz., *EB	[mg/m ³]						
Massenstrom	[g/h]						
*EB-Emission, bezogen auf den Bezugssauerstoffgehalt von 11 Vol.-%							

7. Pflanzkohle Analyse (Pellets-2017)

Project: Biochar sample
 Analysis of biochar according to european biochar certificate

Parameter	Unit	LOQ	limits		Sample designation	Biochar sample	
			GW 1	GW 2	Lab-ID#	116102938	
					Method	ar	db
bulk density	kg/m ³				DIN 51705 (FR-JE02)	496	-
specific surface area (BET)	m ² /g				DIN 66132/ISO 9277 (SUIB /f)	-	468
true density	g/cm ³				DIN 66137 (SUIB /f)	-	2,12
total water	% w/w	0,1			DIN 51718 (FR-JE02)	1,3	-
ash content at 550°C	% w/w	0,1			analogue DIN 51719 (FR-JE02)	1,3	1,3
hydrogen	% w/w	0,1			DIN 51732 (FR-JE02)	0,50	0,50
carbon, total	% w/w	0,2	> 50	> 50	DIN 51732 (FR-JE02)	96,0	97,2
nitrogen, total	% w/w	0,05			DIN 51732 (FR-JE02)	0,43	0,44
oxygen, diff.	% w/w				DIN 51733, calculated (FR-JE02)	0,5	0,5
carbonate as CO2	% w/w	0,4			DIN 51726 (FR-JE02)	< 0,40	< 0,40
carbon, organic	% w/w				calculated (FR-JE02)	96,0	97,2
ratio H/C (molar)			< 0,6	< 0,6	calculated (FR-JE02)	0,06	0,06
ratio H/Corganic (molar)			< 0,7	< 0,7	calculated (FR-JE02)	0,06	0,06
ratio O/C (molar)			< 0,4	< 0,4	calculated (FR-JE02)	0,00	0,004
sulfur, total	% w/w	0,03			DIN 51724-3 (FR-JE02)	< 0,03	< 0,03
pH value (CaCl2)			≤ 10	≤ 10	DIN ISO 10390 (FR-JE02)	9,8	-
electrical conductivity	µS/cm	5			BGK Kapitel III. C2 (FR-JE02)	550	-
salt content	g/kg	0,005			BGK Kapitel III. C2 (FR-JE02)	2,90	2,94
salt content calc. with bulkdensity	g/l	0,005			BGK Kapitel III. C2 (FR-JE02)	1,44	1,46
thermogravimetry TGA 950°C by N-Atm.					TGA 701 D4C (FR)	see annex	

Determination from the microwave digestion according to DIN 22022-1 (FR-JE02)

Element	Unit	LOQ	GW 1	GW 2	Method	ar	db
arsenic (As)	mg/kg	0,8	< 13	< 13	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	-	< 0,8
lead (Pb)	g/t	2	< 150	< 120	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	-	< 2
cadmium (Cd)	g/t	0,2	< 1,5	< 1	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	-	< 0,2
copper (Cu)	g/t	1	< 100	< 100	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	-	4
nickel (Ni)	g/t	1	< 50	< 30	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	-	< 1
mercury (Hg)	g/t	0,07	< 1	< 1	DIN 22022-4 (FR-JE02)	-	< 0,07
zinc (Zn)	g/t	1	< 400	< 400	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	-	< 1
chromium total (Cr)	g/t	1	< 90	< 80	DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	-	2
boron (B)	mg/kg	1			DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	-	6
manganese (Mn)	mg/kg	1			DIN EN ISO 17294-2 (FR-JE02)	-	530

Determination from the melting digestion on ash 550°C according to DIN 51729-1/ -11 - referred to original substance (FR-JE02)

Element	Unit	LOQ	GW 1	GW 2	Method	ar	db
phosphorus	mg/kg				DIN EN ISO 11885 (FR-JE02)	-	150
magnesium	mg/kg				DIN EN ISO 11885 (FR-JE02)	-	240
calcium	mg/kg				DIN EN ISO 11885 (FR-JE02)	-	1400
potassium	mg/kg				DIN EN ISO 11885 (FR-JE02)	-	950
sodium	mg/kg				DIN EN ISO 11885 (FR-JE02)	-	75
iron	mg/kg				DIN EN ISO 11885 (FR-JE02)	-	100
silicon	mg/kg				DIN EN ISO 11885 (FR-JE02)	-	270
sulfur	mg/kg				DIN EN ISO 11885 (FR-JE02)	-	43

Determination from the toluene extract

naphthalene (toluene extr.)	mg/kg	0,1			analogue DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	0,1
acenaphthylene (toluene extr.)	mg/kg	0,1			analogue DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
acenaphthene (toluene extr.)	mg/kg	0,1			analogue DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
fluorene (toluene extr.)	mg/kg	0,1			analogue DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
phenanthrene (toluene extr.)	mg/kg	0,1			analogue DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	0,3
anthracene (toluene extr.)	mg/kg	0,1			analogue DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	0,3
fluoranthene (toluene extr.)	mg/kg	0,1			analogue DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	0,9
pyrene (toluene extr.)	mg/kg	0,1			analogue DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	0,6
benz(a)anthracene (toluene extr.)	mg/kg	0,1			analogue DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	0,1
chrysene (toluene extr.)	mg/kg	0,1			analogue DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	0,1
benzo(b)fluoranthene (toluene extr.)	mg/kg	0,1			analogue DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
benzo(k)fluoranthene (toluene extr.)	mg/kg	0,1			analogue DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
benzo(a)pyrene (toluene extr.)	mg/kg	0,1			analogue DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
indeno(1,2,3-cd)pyrene (toluene extr.)	mg/kg	0,1			analogue DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
dibenz(a,h)anthracene (toluene extr.)	mg/kg	0,1			analogue DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
benzo(g,h,i)perylene (toluene extr.)	mg/kg	0,1			analogue DIN EN 15527 (FR-JE02)	-	< 0,1
sum PAH (EPA) (toluene extr.)	mg/kg		< 12	< 4	calculated (FR-JE02)	-	2,40