

## **Maschinenbeschreibung**

### **Dorset Bandtrockner für Gärreste Typ RM-M16,5 IND**

Brunnert Biogas KG  
Talweg 2  
33129 Westenholz

**Projekt** 130029

#### **Aufbau**

Die Trocknungsanlage wurde speziell für die Trocknung von Gärrest und ähnlicher verwandter Produkte entwickelt: Der in einer Halle untergebrachte Trockner arbeitet nach dem Prinzip der Verdunstungstrocknung. Es handelt sich dabei um einen Bandtrockner, dessen umlaufendes Band aus zwei gegenläufigen Schichten von perforierten Stahlplatten, besteht, die einen optimalen Luftdurchlass gewährleisten. Die Siebplatten sind feuerverzinkt und pulverbeschichtet. Das Band bzw. die Platten werden durch einen Kettenantrieb bewegt, wobei die Transportgeschwindigkeit variiert werden kann. Beide Ebenen werden für die Trocknung verwendet. Die Aufgabe erfolgt auf dem oberen Boden.

#### **Energiequelle und Steuerung**

Zur Trocknung des Gärrestes wird die thermische Energie der Biogasanlage genutzt. Das Kühlkreislaufwasser wird den Wärmetauschern zugeführt. Diese befinden sich in der Hallenaußenwand. Die erforderliche Trocknungsenergie für den Trocknungsprozess wird von der Biogasanlage – als Abwärme des Blockheizkraftwerkes bezogen. Die Wärmetauscher werden mit 85 Grad heißem Kühlkreislaufwasser versorgt (Eingangstemperatur der Wärmetauscher: 85 Grad Celsius, Ausgangstemperatur: 65 Grad Celsius). In Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Überschusswärme der Biogasanlage variiert die Trocknerkapazität. Als Steuerparameter werden die Eingangs- und Ausgangstemperatur am Trocknungsband verglichen. Sobald eine definierte Temperatur erreicht ist, ist der Gärrest getrocknet und wird aus der Maschine ausgetragen. Gleichzeitig wird frisches Produkt zugeführt. Solange die zuvor in der Steuerung der Trocknungsanlage eingestellte Temperaturdifferenz nicht erreicht ist, steht das Band und die Ventilatoren saugen die Luft durch den Trockner.

Die Ventilatorenleistung wird ebenfalls durch Temperaturdifferenzen im Kühlkreislauf geregelt. Die Ausgangstemperatur nach dem Trockner soll eine bestimmte Zieltemperatur nicht unterschreiten. Abhängig von der Außentemperatur und der zur Verfügung stehenden Abwärme des BHKW's resultiert daraus ein Luftvolumen, welches in den Wärmetauschern erwärmt werden kann.

## Verfahren

Die zu trocknenden Masse besteht aus einer Mischung aus zurückgeführtem Trockengut und einer einstellbaren Menge Flüssiggärrest. Aus einem Pufferbehälter wird das getrocknete Gut in einen Mischer gegeben, in den auch Gärest eingebracht wird. Im Pufferbehälter wird eine ausreichende Menge vorgehalten, die überschüssige Menge Trockengut wird über eine Niveaumessung ins Lager abgegeben.

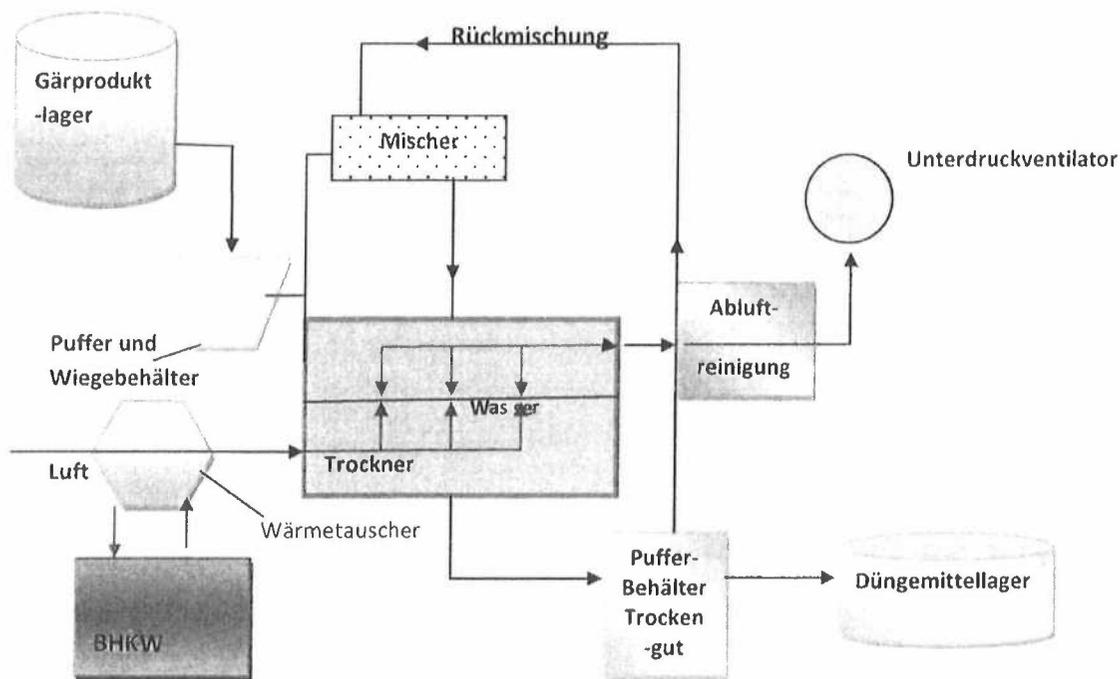
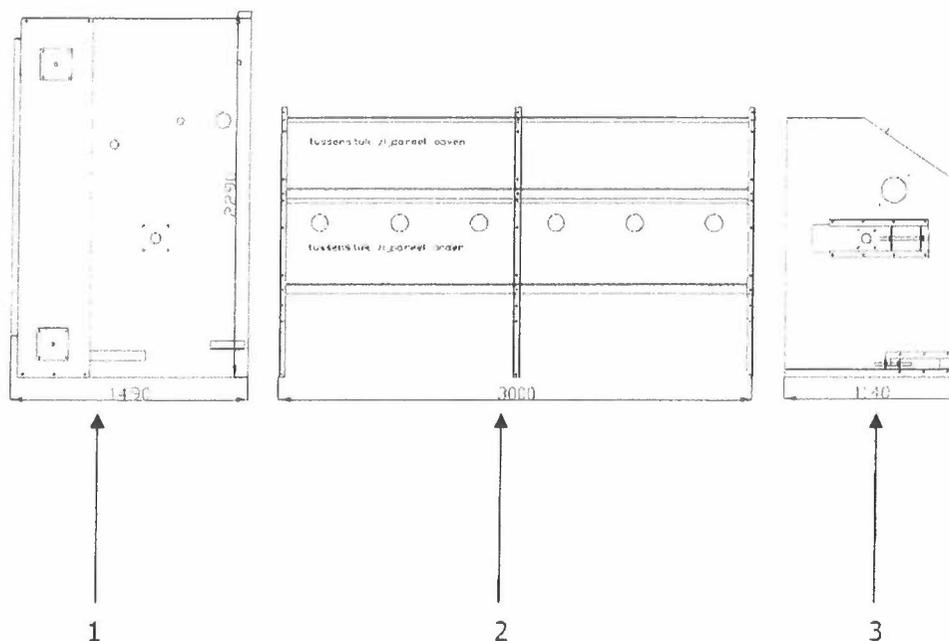


Abbildung: Verfahrensschema

Ventilatoren hinter der Abluftreinigung saugen Luft durch die Wärmetauscher und erwärmen Sie auf die notwendige Temperatur zwischen 70 und 75 Grad Celsius. Die erwärmte Luft gelangt nach den Wärmetauschern zunächst in eine Vorkammer neben dem Trocknungsband, dadurch wird eine gleichmäßige Anströmung zum Trockner gewährleistet. Die Luft wird nun horizontal unter die untere Trocknerschicht und von hier aus vertikal durch die Trocknersiebplatten gezogen. Dabei nimmt sie Feuchtigkeit aus der zu trocknenden Schicht auf. Die mit Wasser beladene Luft gelangt im Anschluss in den Abluftkanal, und wird nun der chemischen Abluftreinigung zugeführt, die die Luft von Staub, Ammoniak und Gerüchen befreit. Die Abluft, beladen mit dem Wasser aus dem zu trocknenden Gärrest, strömt nun in den Ventilatorenkasten und wird anschließend über Abluftkammine in die Atmosphäre abgegeben.

## Beschreibung der Einzelkomponenten des Bandrockners



- 1) Kopfteil, hier befinden sich die Feststoffaufgabe und der Kettenantrieb.
- 2) Bis zu sieben Zwischensektionen bilden den Mittelteil des Trockners.
- 3) Umlenkstation, hier kippen die Lochplatten und werfen den Feststoff auf die untere Plattenebene.

## Die Trocknung des flüssigen Gärrestes

Zur Trocknung des flüssigen Gärrestes wird ein Teil des schon getrockneten Gutes mit Rohgärrest zu einem tropffreien Produkt „angemischt“. Zur Erzielung eines optimalen Trocknungsergebnisses muss das dem Trockner zugeführte Gut tropffrei sein, andernfalls würde das Plattenband im Trockner verkleben. Der flüssige Gärrest wird in einen Mischer aus Edelstahl gepumpt, während die Einbringung des getrockneten Gutes aufgrund seines höheren TS-Gehaltes durch eine Dosierschnecke aus einem kleinen Vorratsbehälter erfolgt. Der Mindesttrockensubstanzgehalt beträgt im Gärrest ca. 8 %. Das Mischgut hat einen TS-Gehalt von ca. 40 %. Die Mischung wird nun gleichmäßig auf das obere Plattenband verteilt. Langsam wird das zu trocknende Gut bis zum anderen Ende des Trockners transportiert. Dort angekommen, fällt das Material durch Umklappen der Trocknerplatten auf das darunter liegende Plattenband und durchläuft den Trockner ein weiteres Mal in entgegengesetzter Richtung. Eine Trogschnecke am Ende des Bandes sammelt das Trockengut. Von hier aus geht es weiter mit einer Förderschnecke ins Lager.

## Die Abluftreinigung

Die mit Ammoniak beladene Luft wird über einen dreistufigen Wäscher geführt. Jede Wäscherstufe hat einen eigenen Vorratsbehälter für Waschflüssigkeit (Wasser oder angesäuertes Wasser) und ein eigenes Pumpensystem.

Dazu wird die Luft im Kreuzstromverfahren durch ein Kunststofffiltermaterial geführt, das mit Washwasser berieselt wird. Das Washwasser sammelt sich in einer unter dem Wäscher integrierten Wanne.

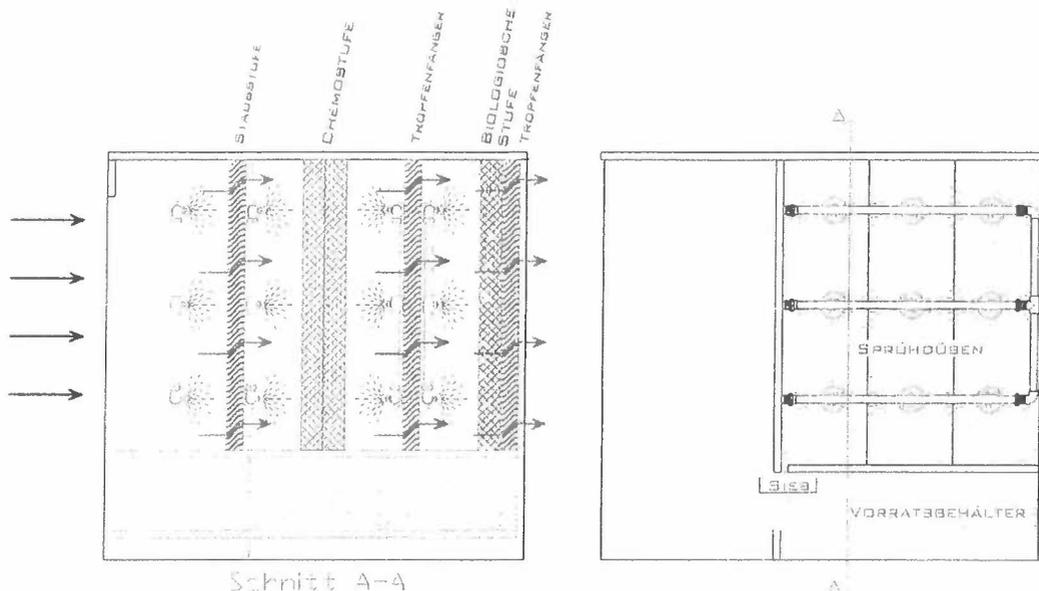


Abbildung: Dreistufiger Chemischer Abluftwäscher

Sprühdüsen sorgen für die Befeuchtung der Wäscherlamellen (Material: PE). Das durch die Erwärmung der Gärreste freigewordene Ammoniak wird durch das saure Washwasser (angesäuert durch Schwefelsäure) wahlweise aus einem 1000 Liter Wechselcontainer (z.B IBC) mit Auffangwanne, oder aus einem größeren doppelwandigen Vorratsbehälter neben dem Wäscher.

Konzentration ASL: 4-7 %. Das entstehende Ammoniumsulfat wird mittels einer permanenten Dichtemessung während des Betriebes bei Erreichen eines zuvor eingestellten Sollwertes abgepumpt und dem Gärproduktlager oder alternativ einem separaten Lagerbehälter zugeführt.

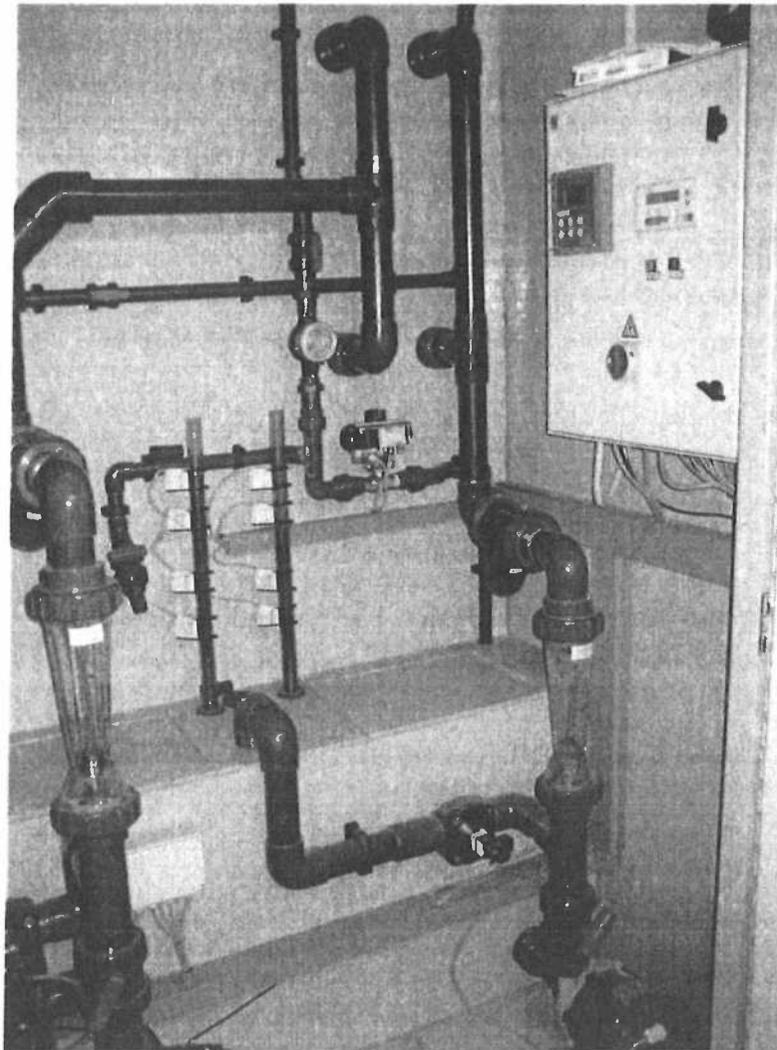


Abbildung: Pumpenraum der Abluftreinigungsanlage

Die Abluftreinigungsanlage besteht aus drei Wäscherstufen:

1) Staubwäsche

In der ersten Stufe wird ein Großteil des Staubes gebunden.

2) Chemostufe

3) Die dritte Stufe wird mit Frischwasser betrieben, es ist die biologische Stufe. Die eventuell in der Luft vorhandenen, aus der Säurestufe stammenden Resttröpfchen (Aerosole) werden hier aufgefangen.

Für den Betrieb des Abluftwäschers ist die Zufuhr von Wasser notwendig. Zur Ansäuerung des Waschwassers kommt Schwefelsäure zum Einsatz. Die Filterelemente werden permanent berieselt, um eine optimale Funktion zu gewährleisten. Das Ammoniak bzw. die Ammoniumionen werden aus der Luft aufgefangen und an Sulfationen des Waschwassers gebunden, wodurch die neutrale Verbindung Ammonium-Sulfat entsteht. Durch die Bindung von Ammoniak erhöht sich der pH-Wert. Ein pH-Sensor regelt die Waschwasserqualität.

Das Frischwasser wird zunächst in die dritte Stufe eingebracht, von hier aus wird es übergepumpt in die zweite, dann in die erste Stufe. Es erfolgt somit eine Konzentrationserhöhung hinsichtlich des Staubgehaltes und des Ammoniumsulfatgehaltes. Hat das Waschwasser einen vorher festgelegten Sättigungsgrad erreicht, wird es aus der Abluftreinigungsanlage abgepumpt.

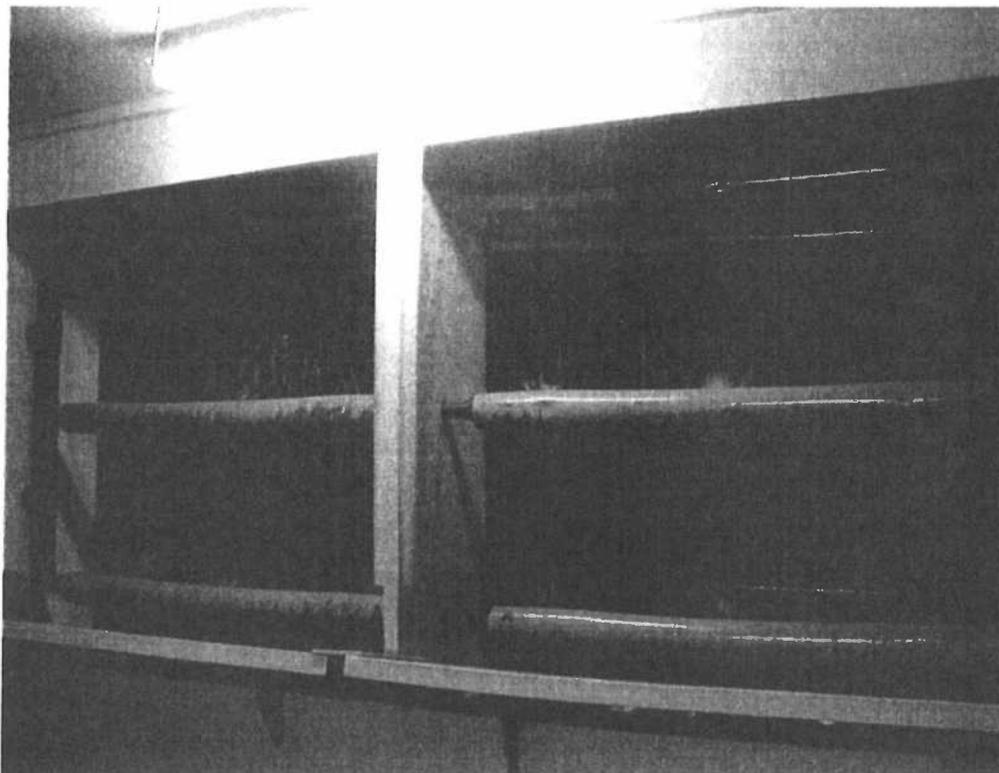


Abbildung: Eingangsseite der Abluftreinigung, mit Sprühdüsen (verdeckt durch die Rohrleitungen im Vordergrund), dahinter die Wäscherpakete (schwarz)

#### **Die Abluftwerte nach dem Wäscher**

Ammoniak	< 10 mg/m <sup>3</sup>
Staub	< 10 mg/m <sup>3</sup>
Geruch	< 500 GE/m <sup>3</sup>

**DATENBLATT DORSET TROCKNUNGSANLAGE 400 KWth 85/65°C**

Die Auslegung der Trocknungsleistung, Schütthöhe und Trocknungstemperatur beruht auf Ihren Angaben und unserer Erfahrung mit ähnlichen Produkten. Nachfolgende Daten werden für unsere Planungen zugrunde gelegt. Abweichungen von diesen Werten erfordern gegebenenfalls eine Neuauslegung der Trocknungsanlage.

Modellbezeichnung	RM-M16,50
Raumbedarf LxBxH	30m x 5m x 4m
Ausführung	mit Pendelförderband MB15
Betriebsstundenzahl	8.000 h/a
Trocknerschichten	2
Durchschnittliche Schichthöhe	10-15 cm
Trockenfläche (belüftete Zone)	66m <sup>2</sup>
Produkt	Flüssige Gärreste aus Nawaro BGA
TS Gehalt Eingang	ca. 8%
TS Gehalt Ausgang	ca. 85%
Wärmeangebot	400 KWth
Trockenleistung	0,8 - 1,0 Kg Wasser/KWh
Trocknereingangsleistung	ca. 500 kg/ h
Trocknerausgangsleistung	ca. 47 kg/ h
Durchschnittsluftmenge	ca. 22.000 m3/h
max. Luftmenge (staubbedingt)	ca. 34.000 m3/h
Absaugventilatoren	2 x 2,2 KW 92 cm Durchmesser
Druckleistung bei 200 Pascal	25.000 m3/h pro Ventilator
Drehzahl (max.)	900 U/min

**Elektrische Anschlusswerte**

Trocknungsanlage				DB (A) max.
1	Plattenband	1 x 0,75	KW	52
1	Kratzboden	1 x 0,18	KW	49
1	Kratzbodenschnecke	1 x 0,55	KW	52
1	Pufferschnecke	1 x 0,55	KW	
1	Verteilschnecke	1 x 0,25	KW	52
1	Förderschnecke hoch	1 x 2,2	KW	62
1	Mischer	1 x 2,2	KW	62
1	Pendelmotoren	1 x 0,12	KW	
1	Pendelschnecke	1 x 0,43	KW	
2	Förderschnecke zum Endlager	2 x 2,2	KW	52
2	Lockerer	2 x 0,37	KW	
1	Gärrestpumpe	1 x 1,1	KW	60
<b>Gesamt Trocknungsanlage</b>		<b>13,47</b>	<b>KW</b>	

Betriebszeit (durchschnittlich)	50%
---------------------------------	-----

<b>Luftbetrieb</b>				
2	Ventilatoren je 25.000m <sup>3</sup> /h/200 Pa	2 x 2,2	KW	70
1	Säurepumpe	1 x 0,18	KW	
1	Pumpen 3-stufiger Wäscher	1 x 2,2	KW	
2	Pumpe 3-stufiger Wäscher	2 x 1,5	KW	70
<b>Gesamt Lüftungsanlage</b>		<b>9,78</b>	<b>KW</b>	
<b>Gesamtanlage</b>		<b>23,25</b>	<b>KW</b>	
Im Betrieb geschätzter Stromverbrauch		10	KW	

<b>Abluftreinigung</b>	
Dreistufiger Wäscher	40.000m <sup>3</sup> /h
Filterflächenbelastung	5.500m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
PH-Wert Stufe 1	1-7
PH-Wert Stufe 2	1-4
PH-Wert Stufe 3	6-8
Säureverbrauch 96%	ca. 3 kg/kg Ammonium
Abwasser	ca. 20-30 Liter ASL/kg Ammonium

<b>Emissionswerte</b>	
Gesamtstaub	< 10 mg/m <sup>3</sup>
Ammoniak	< 10 mg/m <sup>3</sup>
Geruch	< 500 GE/m <sup>3</sup> Beschränkung auf Schwefelgehalt
Lärmbelastung Ventilatoren	< 60 DB bei 10m Distanz

<b>Säurepumpenset</b>		
Säurepumpe	0,18 KW	
Verrohrung		
Frame		
Dusche und Augendusche		
Sicherheitsattribute		

**Elektrische Schalt- und Steueranlage**  
 Die Schaltschränke sind aus Stahlblech gefertigt, Schutzart IP 55, ausgerüstet mit SPS-Steuerung. Fabrikat Siemens, sowie sonstige erforderliche Geräte, wie Not-Aus-Hauptschalter, Leistungsschütze, Motorschutzschalter, thermische Überstromauslöser, Leistungssicherungen, Schalter, Leuchtmelder, usw.

<b>Eindosierung flüssige Gärreste</b>	
Behälter	1.000 Liter
Waage	3 Wiegezellen
Eindosiergeschwindigkeit	2-6 m <sup>3</sup> /h
Signal	Potentialfreier Kontakt

<b>Wärmeangebot 400 Kwth/h bei max. 25°C Außentemperatur Wassereintritt Temperatur 85°C, Rücklauftemperatur 65°C Wärmetauscher Cu/Al, 85/65°C, 2 Stück je 250KW Maße (HxLxT) 1800x1500x180mm, Gewicht 203 kg</b>				
<b>Luft</b>		<b>Inlet</b>	<b>Outlet</b>	<b>Definition</b>
Höhe über N.N.	m			0,000
Druck	hPa			1013,250
Temperatur	°C	25,000	72,750	30,000
Rel. Feuchtigkeit	%	50,000	4,525	60,000
Abs. Feuchtigkeit	g/kg	9,852	9,852	
Dichtigkeit Feucht	kg/m <sup>3</sup>	1,177	1,014	
Enthalpie Feucht	kJ/kg	50,252	99,275	
Volumenstrom Feucht	m <sup>3</sup> /h	19481,230	22601,128	20000,000
Massestrom trocken	kg/h	22700,123	22700,123	
Geschwindigkeit	m/s	2,004	2,325	
Druckverlust	Pa		46,225	
<b>Wasser</b>		<b>Inlet</b>	<b>Outlet</b>	<b>Medium</b>
Temperatur	°C	85,000	65,000	75,000
Dichte	kg/m <sup>3</sup>			974,713
Wärme cont.	kJ/kgK			4,194
Wärme cond.	W/mK			0,666
Flüssigkeit	Pas			3,742E-04
Volumenstrom	m <sup>3</sup> /h			13,612
Geschwindigkeit	m/s			1,198
Druckverlust	kPa			34,259

Abstand vom Fortluftkamin in m	Dämpfung $A_{div} + A_{gr} + A_{atm}$ nach DIN ISO 9613-2 in dB	Schalldruckpegel $L_{pA}$ in dB(A) eines Fortluftkamins [ $L_{WA} = 83\text{dB(A)}$ ] im angegebenen Abstand
10	-29.3	53.7
20	-34.5	48.5
30	-37.8	45.2
40	-40.2	42.8
50	-42.3	40.7
100	-51.0	32.0
150	-56.0	27.0
200	-59.3	23.7