



**Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Energieberatung der BSt. Bremervörde**

Mississippi-Gärresttrocknung in Biogasanlagen

Verden, den 24.05.2011



Burkhard Meiners
Brunner Straße 18
26316 Varel, Deutschland
Tel: +49 (0)4453 - 98 58 00
Mobil: +49 (0)179 - 20 31 052
Email: meiners@agroenergien.de
Home: www.agroenergien.de



Übersicht

- Produkte der Mississippi-Gärresttrocknung
- Trocknungsszenarien
- Beschreibung der Trocknungsanlage
- Trocknungsprozess (mit *Kurzfilm*)
- Steuerung / Pumpregime
- Anlagentypen:
 - M301-06
 - M601-06
 - M602-10
 - M1202-06
 - M1204-10*plus* (mit der Einleitung der BHKW-Abgase)
- Kostenschätzung
- Abluftreinigung
- Schlussbemerkungen



Produkte der Mississippi-Gärresttrocknung



- **Nicht** möglich mit der Mississippi-Gärresttrocknung ist die Herstellung von:
 - Granulat
 - Kuheinstreu
 - Trocknung bis „staubtrocken“





Produkte der Mississippi-Gärresttrocknung



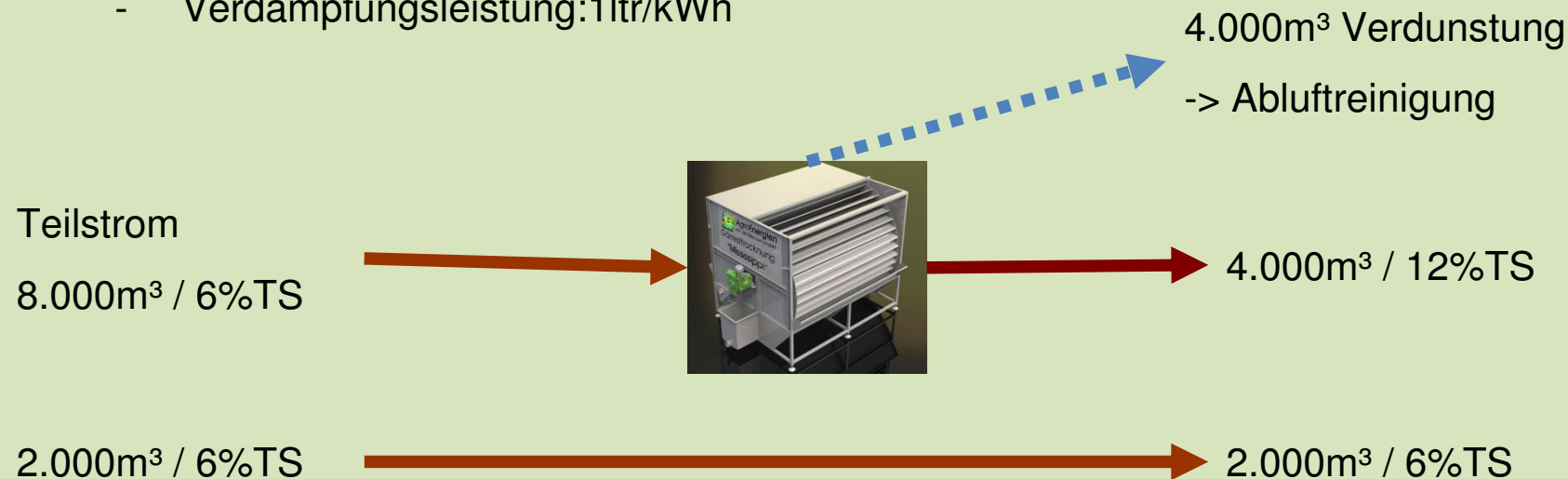
- Der Trockensubstanzgehalt im getrockneten Gärrest erreicht max. 12%TS
- Pumpfähigkeit des getrocknetes Gärrestes bleibt erhalten
- **Verdoppelung** des TS-Gehaltes, bedeutet **Halbierung** des Volumens und Verbesserung der Transportwürdigkeit von Gärresten





Trocknungsszenario 1: eine maximale Gärrestmenge soll auf 12%TS getrocknet werden

- 500kW Wärmeleistung bei 8.000 Jahresstunden (4.000.000kWh)
- 10.000m³ Gärrest mit 6%TS
- der **knappe Faktor „Wärme“** erlaubt nur die Trocknung eines Teilstroms des gesamten Gärrestes um das Trocknungsziel (12%TS) zu erreichen
- Verdampfungsleistung: 1ltr/kWh



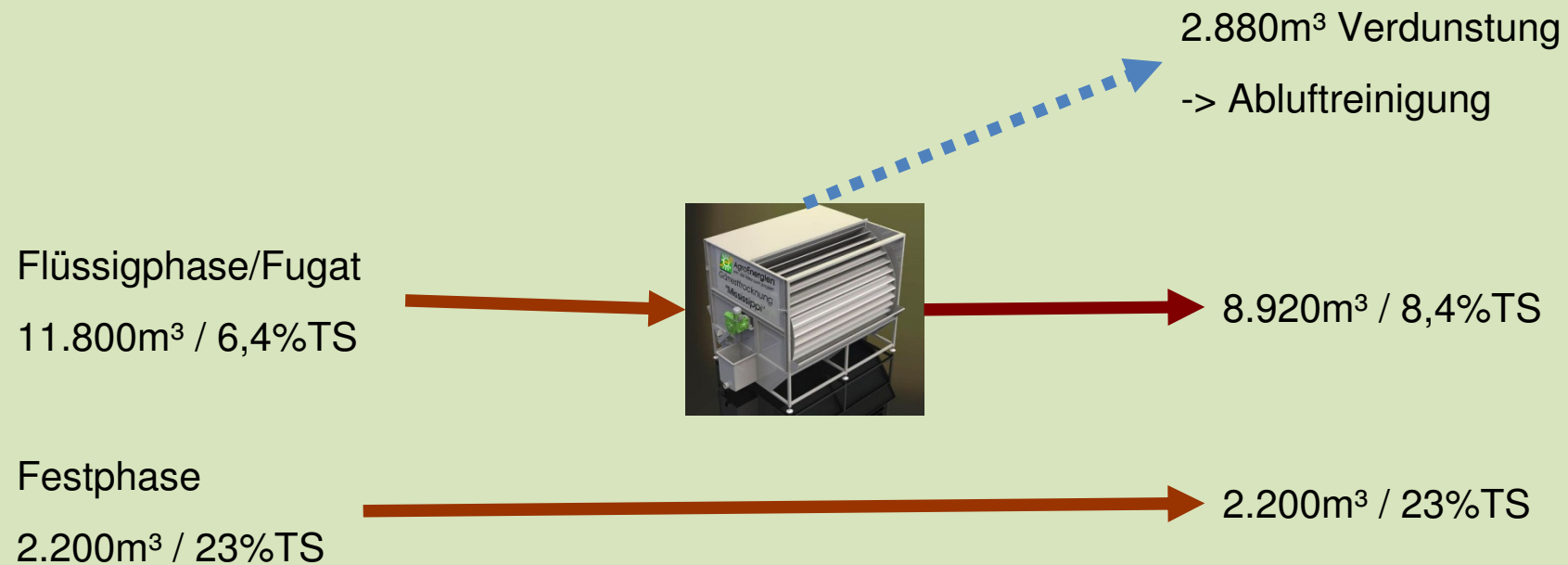
Volumenreduzierung = 4.000m³/Jahr

Einsparung Lagervol.= 2.000m³ (6 Monate)



Trocknungsszenario 2: der gesamte Gärrest wird separiert und nur die flüssige Phase der Trocknung zugeführt

- 600kW Wärmeleistung bei 8.000 Jahresstunden (4.800.000kWh)
- 14.000m³ Gärrest mit 9%TS
- Verdampfungsleistung: 0,6ltr/kWh



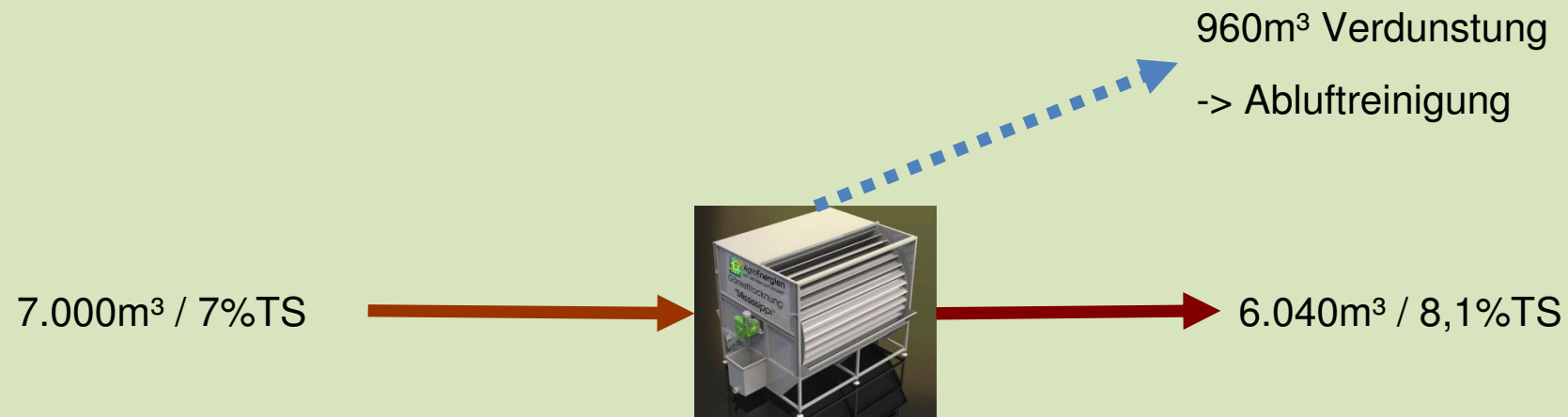
Volumenreduzierung im Endlager = 5.080m³/Jahr

Einsparung Lagervolumen = 2.540m³ (6 Monate)



Trocknungsszenario 3: der gesamte Gärrestes der Biogasanlage wird der Trocknung zugeführt

- 200kW Wärmeleistung bei 8.000 Jahresstunden (1.600.000kWh)
- 7.000m³ Gärrest mit 7%TS
- Verdampfungsleistung: 0,6ltr/kWh

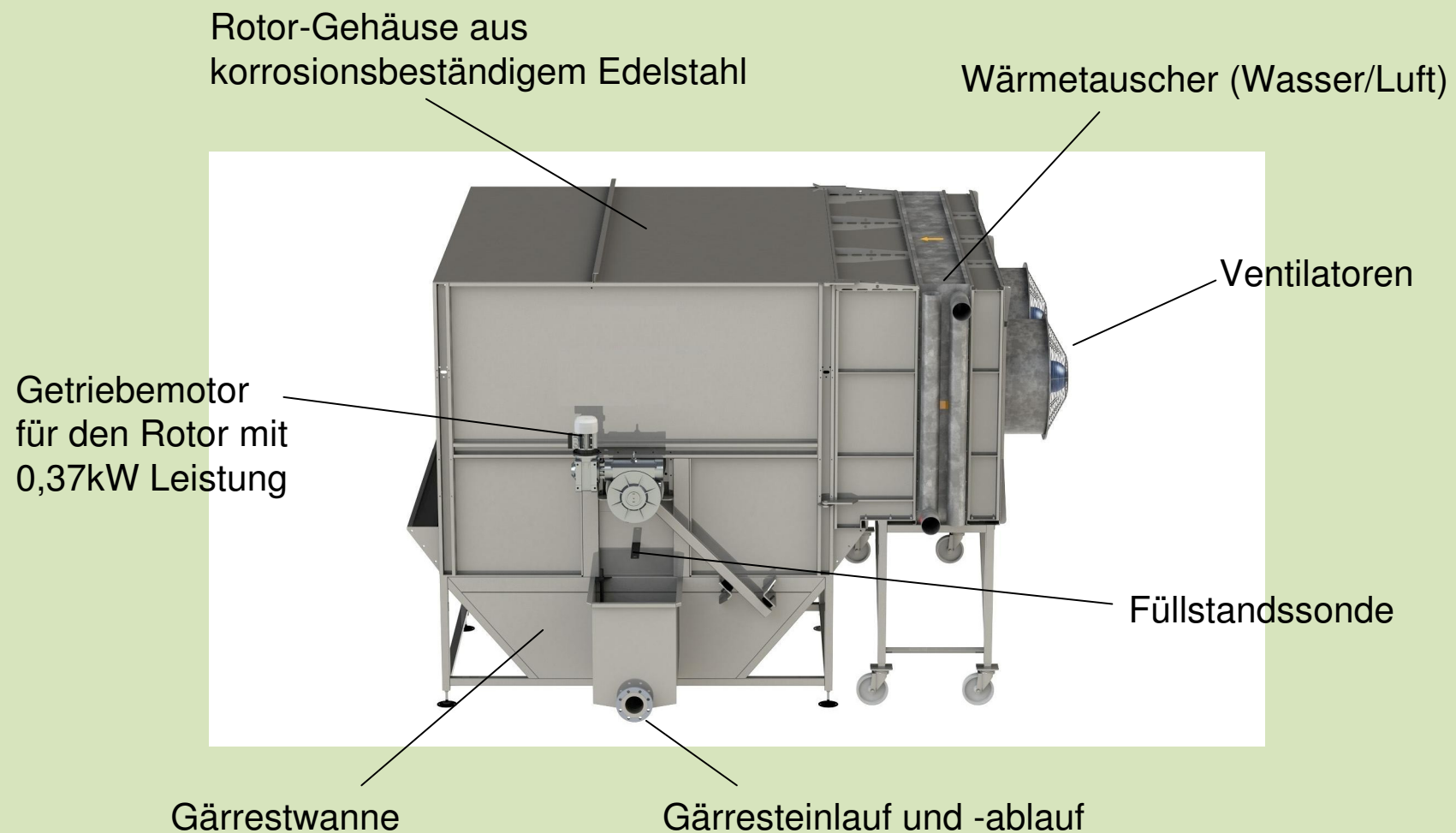


Volumenreduzierung = 960m³/Jahr

Einsparung Lagervol.= 480m³ (6 Monate)



Aufbau der Mississippi-Gärresttrocknung





Aufbau der Mississippi-Gärresttrocknung



Mississippi-Rotor mit Schaufelblechen
Rotor: $D = 2.350\text{mm}$, $L = 2.800\text{mm}$

Wärmetauscher

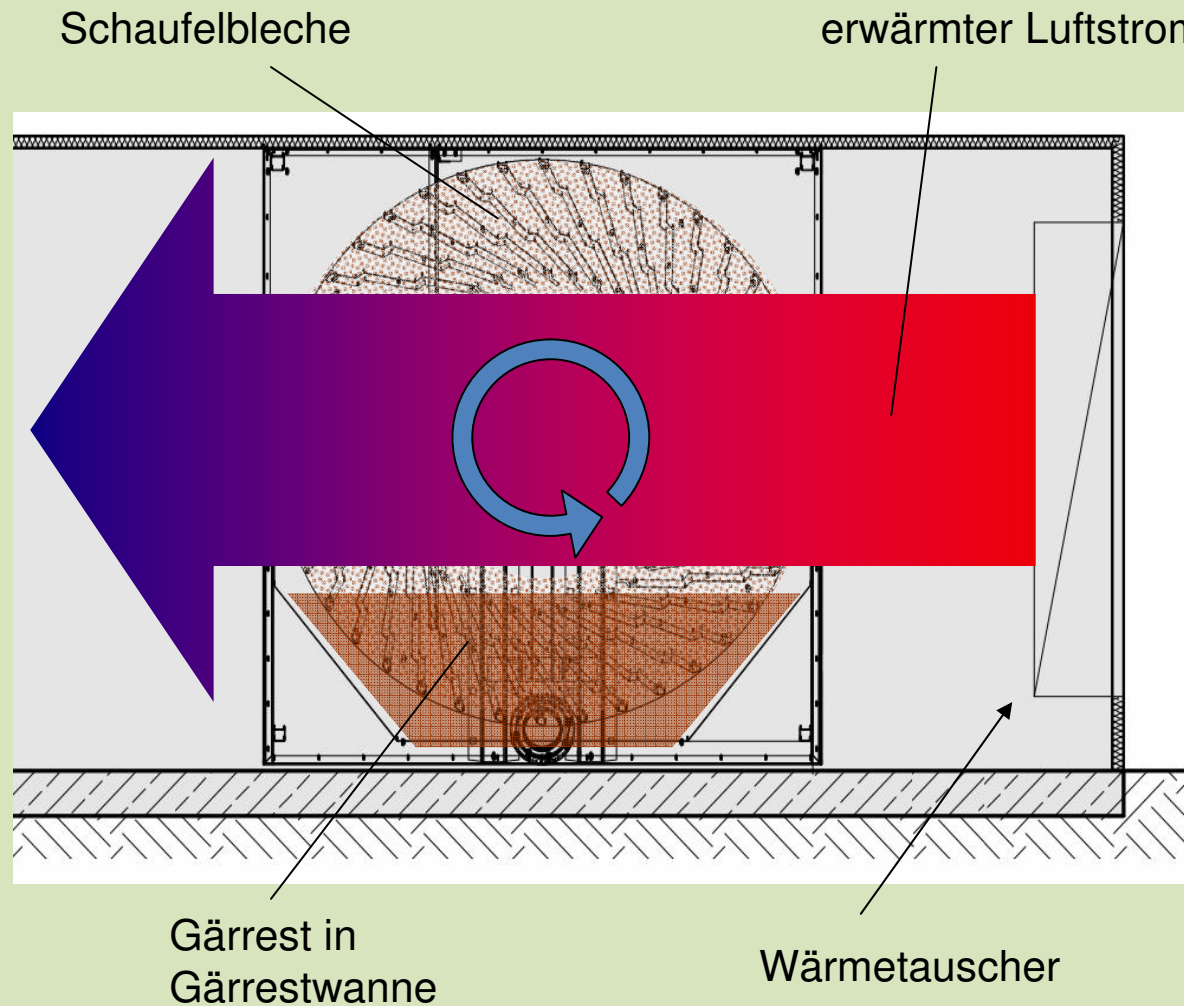


Mississippi-Gärresttrocknung M601-06 / Heizleistung max. 600kW





Trocknungsprozess



- 40 Stck. Schaufelbleche (2.800mm x 800mm) mit einer Trocknungsoberfläche von ca. 180m²
- 0,5 U/min des Rotors
- Schaufelbleche tauchen immer wieder in den Gärrest ein
- Schaufelbleche werden beidseitig mit Gärresten benetzt
- Luftstrom wird durch Wärmetauscher erwärmt
- Verdunstung der Flüssigkeit aus Gärrest
- Verdunstungskälte führt zur Abkühlung des Luftstroms
- Luftstrom verlässt Trockner und tritt in Abluftreinigung ein



Trocknungsprozess



- Schaufelbleche beidseitig mit zu trocknenden Gärresten benetzt



Trocknungsprozess



- Schaufelbleche beidseitig mit zu trocknenden Gärresten benetzt

Notausschalter



Trocknungsprozess: Kurzfilm, im Internet unter:
<http://www.agroenergien.de/index.php/gaerresttrocknung-mississippi>

AgroEnergien
von der idee zum projekt



Mississippi
Gärresttrocknung

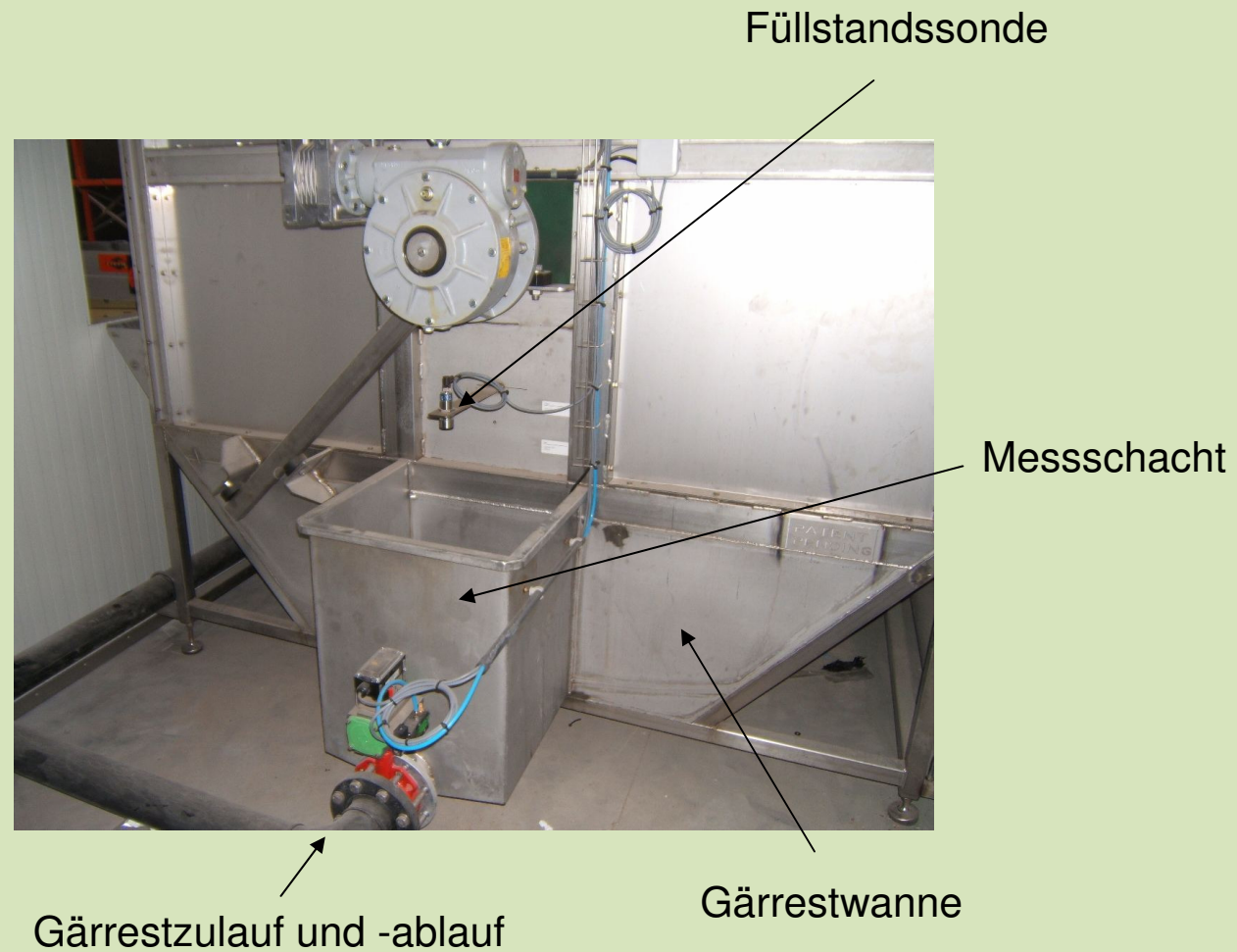


Trocknungsprozess

- Trocknungsdampf an einer Mississippi-Gärresttrocknung mit 1 MW Heizleistung

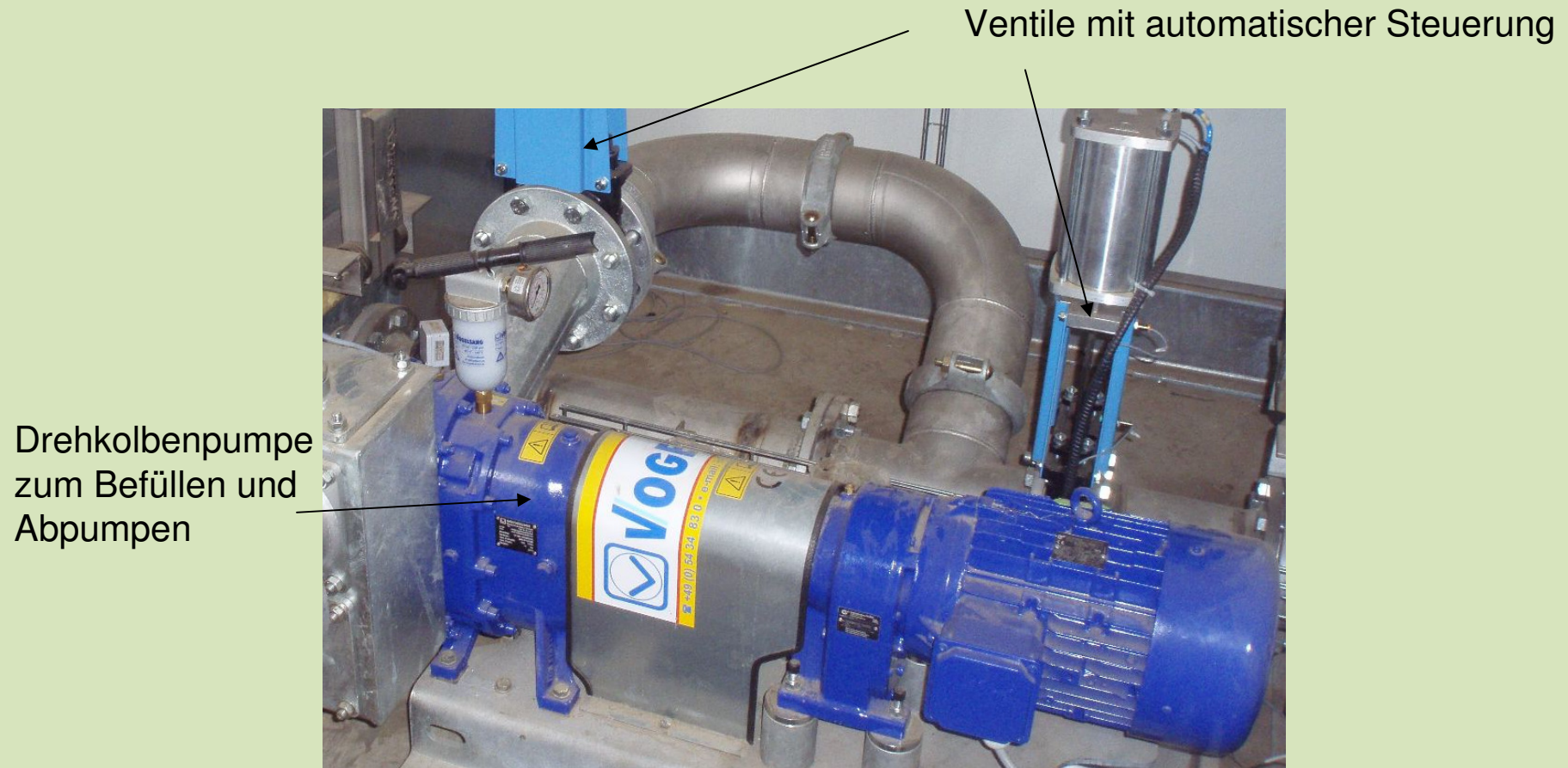


Steuerung / Pumpregime





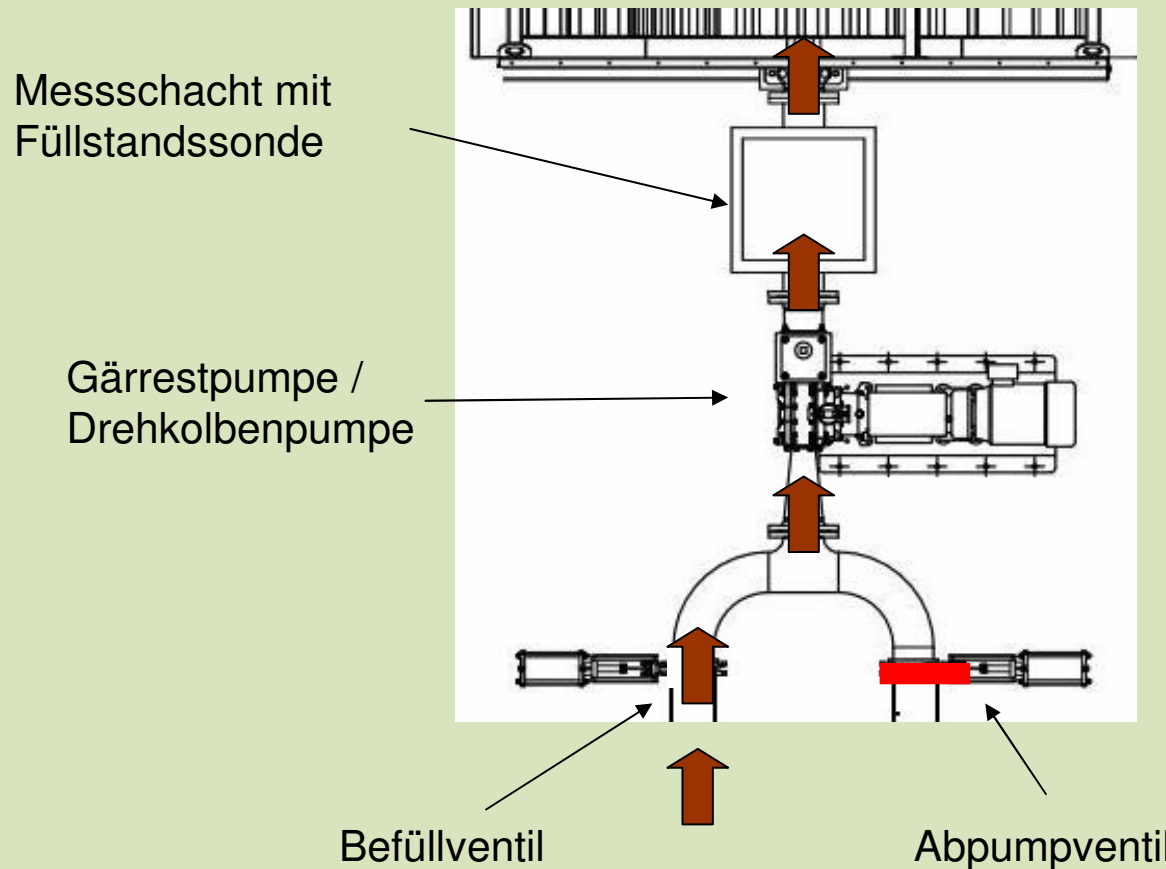
Steuerung / Pumpregime





Steuerung / Pumpregime -> Befüllvorgang

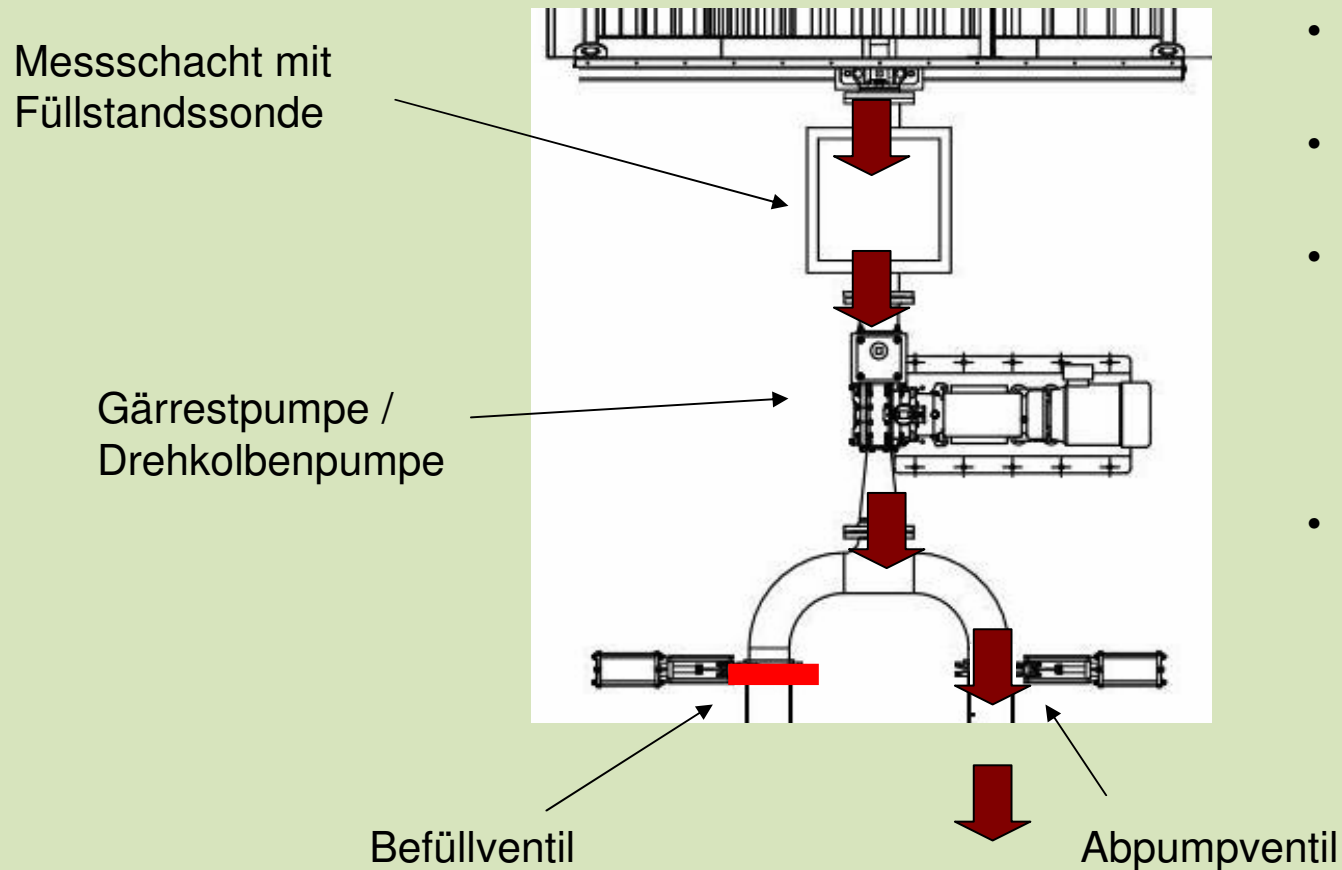
(Draufsicht)



- Abpumpventil wird geschlossen
- Befüllventil wird geöffnet
- Gärrestpumpe fördert zu trocknenden Gärrest durch den Messschacht in die Gärrestwanne
- Messung des Füllstandes durch Füllstandssonde

Steuerung / Pumpregime -> Abpumpvorgang

(Draufsicht)



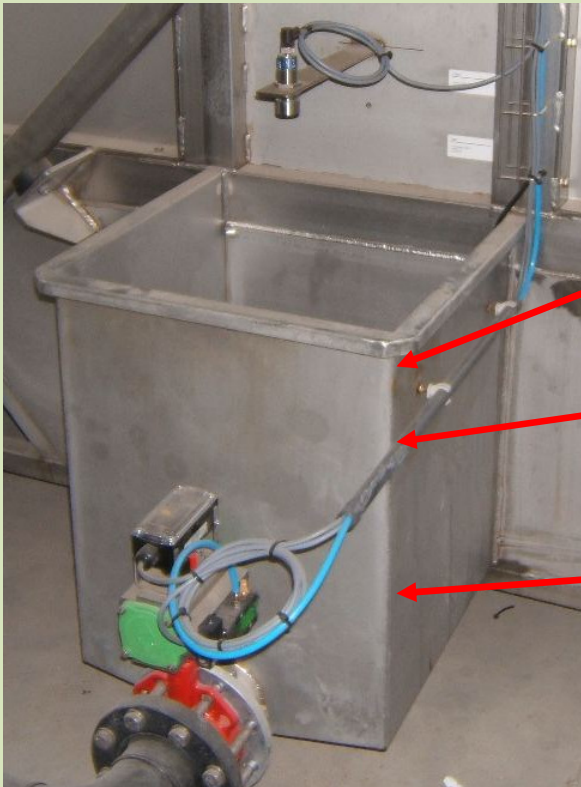
- Befüllventil ist geschlossen
- Abpumpventil wird geöffnet
- Gärrestpumpe pumpt den getrockneten Gärrest aus Gärrestwanne und Messschacht ins Lager ab
- Messung des Füllstandes durch Füllstandssonde



Steuerung / Pumpregime

Steuerung eines Trocknungsintervalls:

- vollautomatisch
- im kontinuierlichen Batchverfahren
- unabhängig von Schwankungen in der Wämebereitstellung



Füllvolumen 2.500ltr bei Füllstand 52,8cm

Füllvolumen 1.789ltr bei Füllstand 40,3cm

Füllvolumen 900ltr bei Füllstand 24,6cm

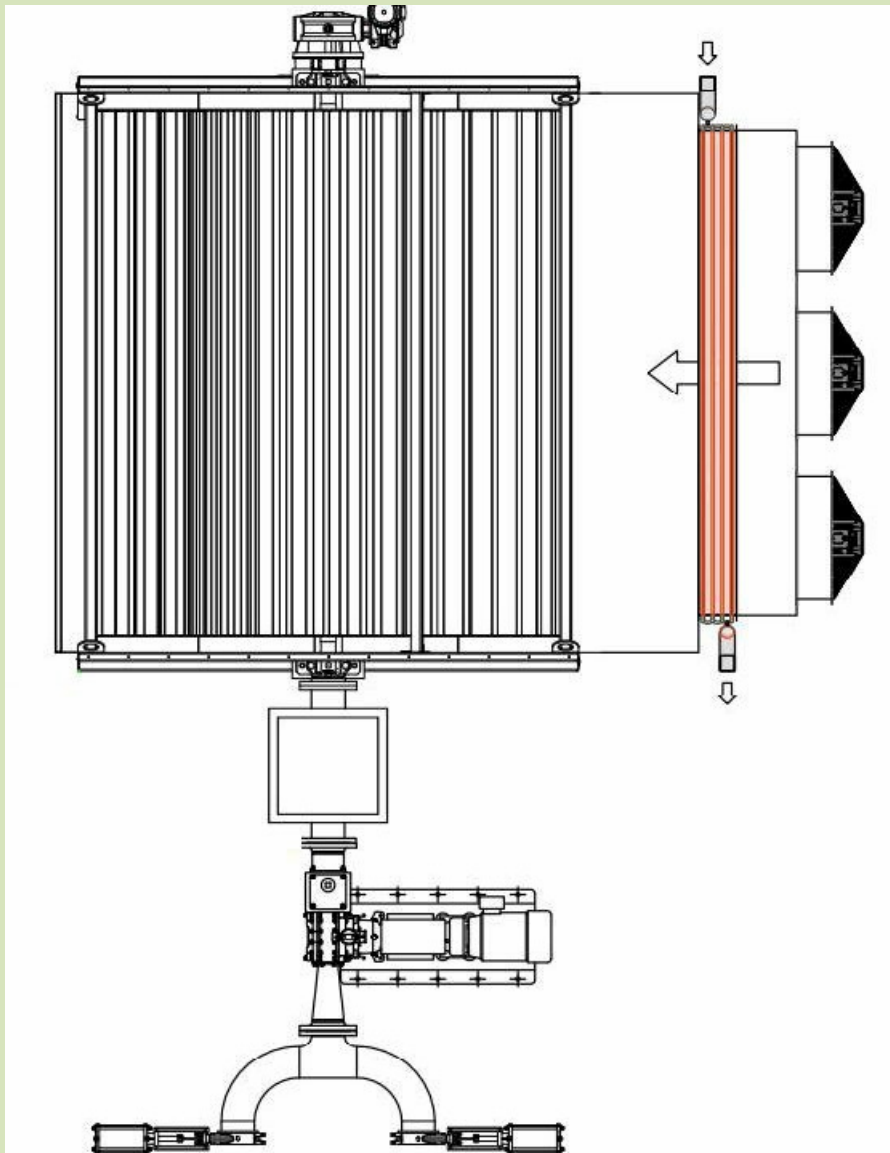


Steuerung

Pumpregime der Mississippi-Gärresttrocknung				
Typenbezeichnung des Mississippi-Gärresttrockners			M601-06	
Füllstand in der Gärrestwanne nach Befüllung		max.	2.500	litr.
Füllstand in der Gärrestwanne nach Abpumpen		min.	900	litr.
zur Verfügung stehende Wärme			500	kW
Jahresstunden			8000	h/Jahr
Verdunstungsleistung			0,6	litr/kWh
TS-Gehalt im Input-Gärrest (Ist)			5,00%	TS im Input
TS-Gehalt im getrockneten Gärrest (Ziel)			9,00%	TS im Output
Trocknungsintervall	Füllstandshöhe	litr.	TS-Gehalt	kg TS
1. Füllstand des Gärrestes in der Gärrestwanne nach Befüllung	52,8cm	2.500	6,44%	161,0
2. Verdunstung von Flüssigkeit aus dem Gärrest durch Trocknung		711	0,00%	in Abluftreinigung
3. Füllstand des Gärrestes in der Gärrestwanne nach Trocknung	40,3cm	1.789	9,00%	161,0
4. anteiliger Austrag von getrocknetem Gärrest ins Düngerlager		889	9,00%	80,0
5. Füllstand nach Abpumpen	24,6cm	900	9,00%	81,0
6. Befüllung der Trocknungsanlage		1.600	5,00%	80,0
1. Füllstand des Gärrestes in der Gärrestwanne nach Befüllung	52,8cm	2.500	6,44%	161,0
.....				
Ergebnis				
Trocknungsintervalle pro Stunde			0,42	Intervalle/Std.
Dauer eines Trocknungsintervalls			2,37	Std./Intervall
Verdunstungsleistung pro Stunde			300	litr/Std
Verdunstungsleistung pro Jahr			2400	m³/Jahr
Gärrestzuführung in die Gärrestwanne			5.400	m³/Jahr
Gärrestzuführung von getrocknetem Gärrest in Düngerlager			3.000	m³/Jahr



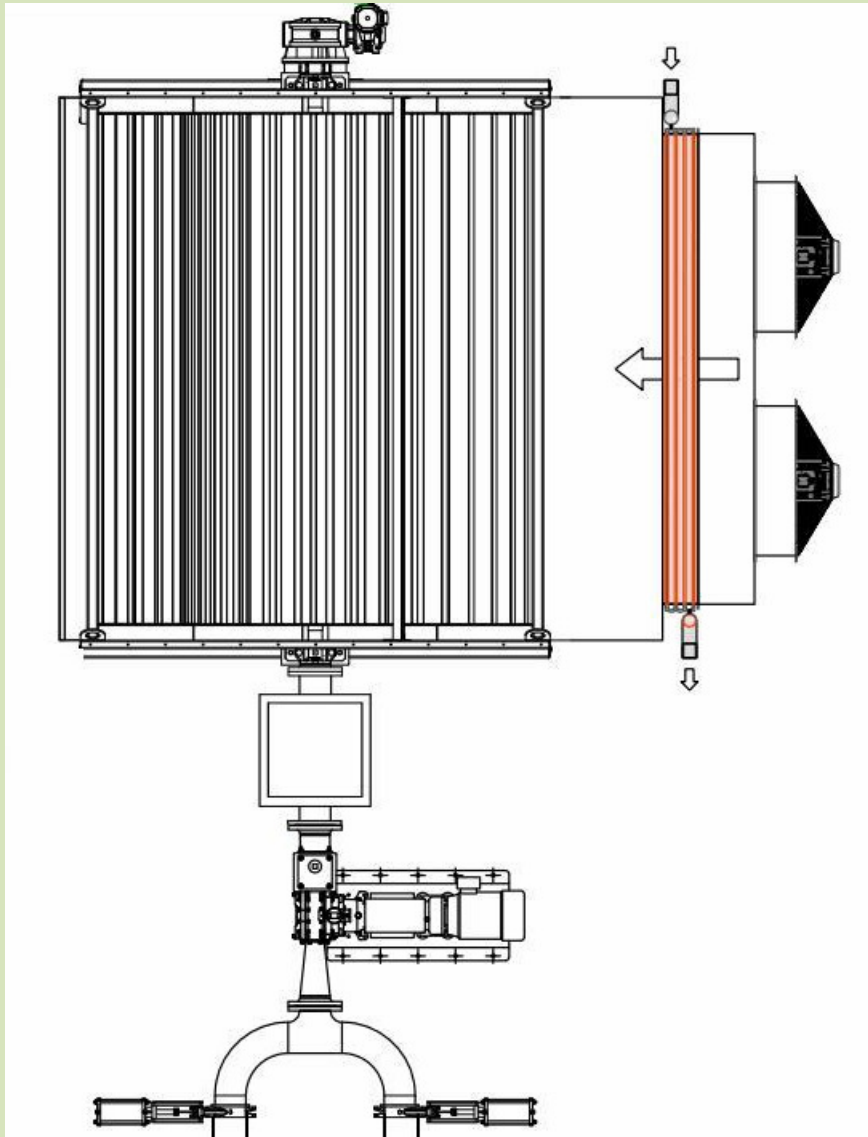
M301-06



- L x B x H = 3.950 x 3.490 x 2.730
- 1 Stck. Motor für Rotor: 0,37kW
- 3 Stck. Ventilatoren: 0,75kW (frequenz.)
- 1 Stck. Produktpumpe: 5,50kW (intervall)
- Heizleistung Wärmetauscher: max. 300kW
- Verdunstung:
 - 0,6ltr/kWh
 - max. 180ltr/Std.
 - 1.500m³/Jahr



M601-06



- L x B x H = 4.040 x 3.490 x 2.730
- 1 Stck. Motor für Rotor: 0,37kW
- 2 Stck. Ventilatoren: 2,20kW (frequenz.)
- 1 Stck. Produktpumpe: 5,50kW (intervall)
- Heizleistung Wärmetauscher: max. 600kW
- Verdunstung:
 - 0,6ltr/kWh
 - max. 360ltr/Std.
 - 3.000m³/Jahr

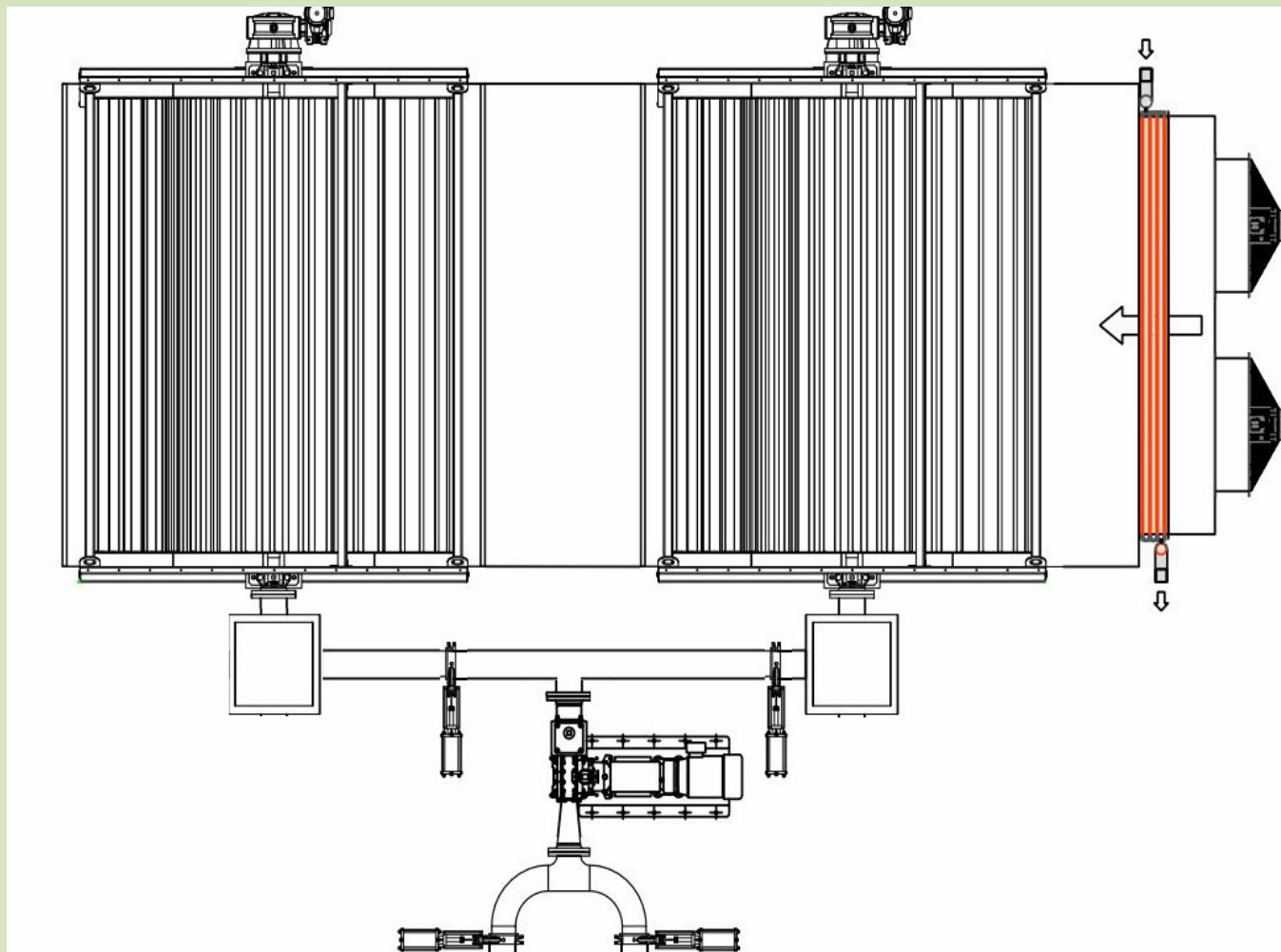


M601-06





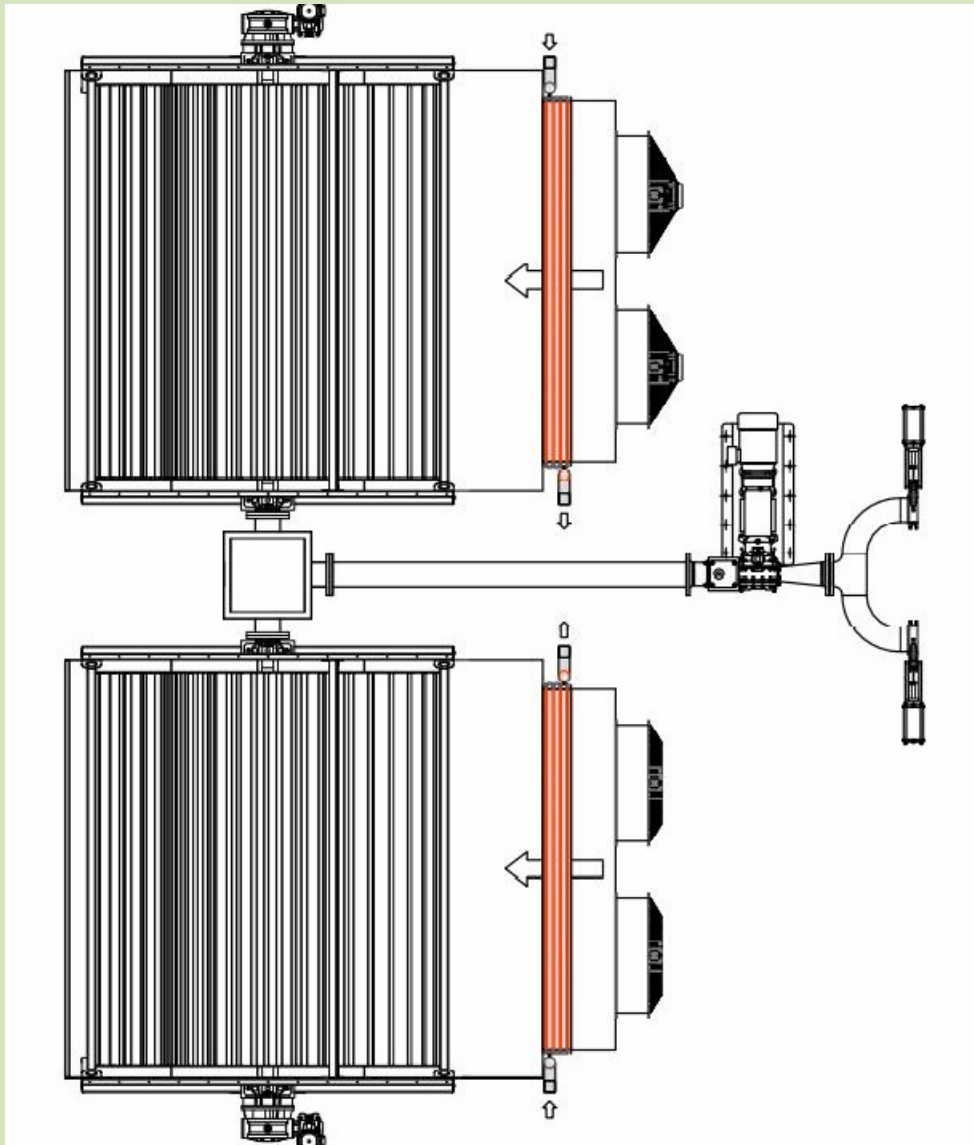
M602-10



- L x B x H = 7.770 x 3.490 x 2.730
- 2 Stck. Motoren für Rotoren: 0,37kW
- 2 Stck. Ventilatoren: 3,00kW (frequenz.)
- 1 Stck. Produktpumpe: 5,50kW (intervall)
- Heizleistung Wärmetauscher: max. 600kW
- Verdunstung: 1ltr/kWh
600ltr/Std
4.800m³/8.000Std/a



M1202-06

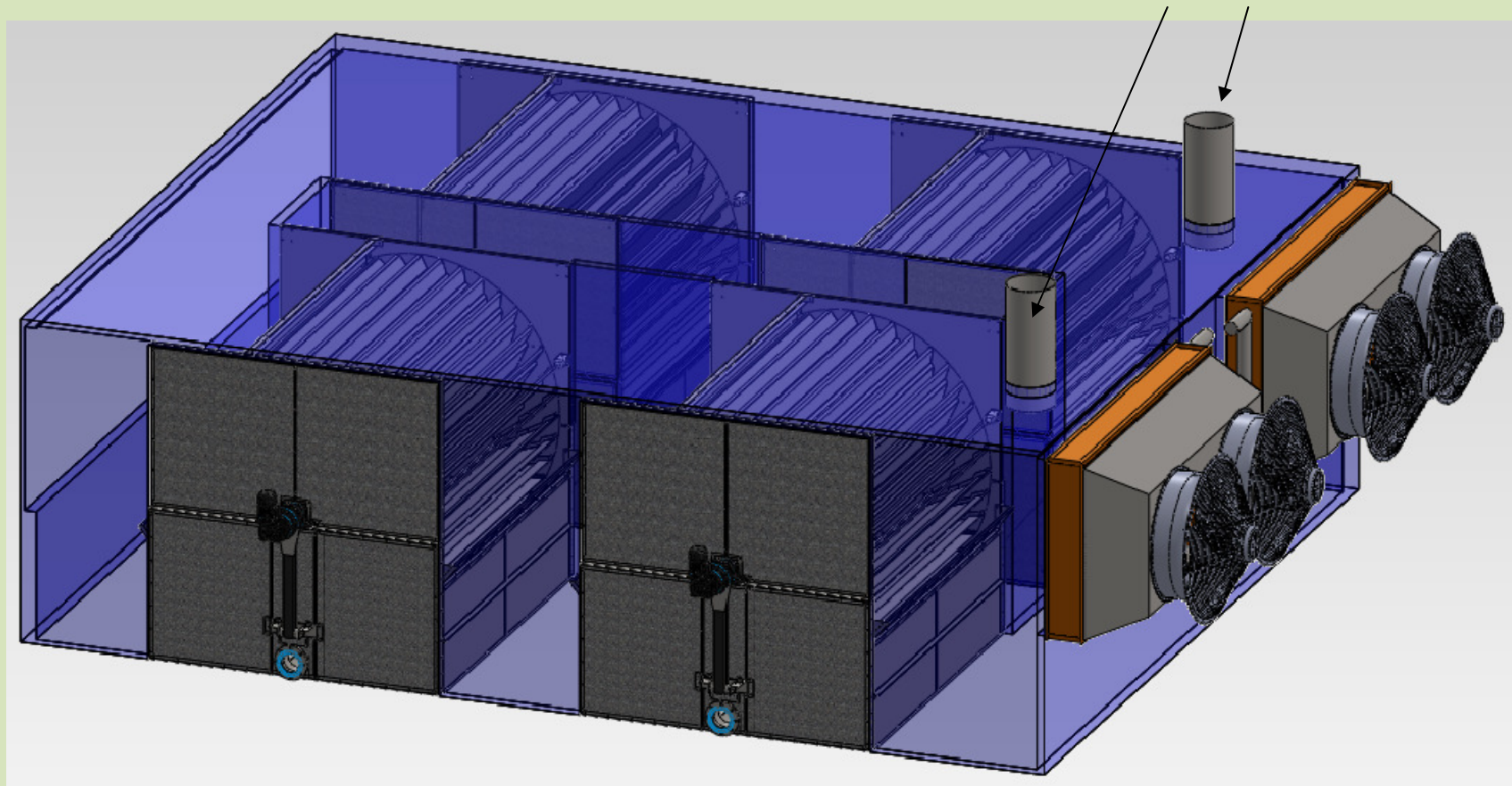


- $L \times B \times H = 4.040 \times 7.960 \times 2.730$
- 2 Stck. Motoren für Rotoren: 0,37kW
- 4 Stck. Ventilatoren: 2,20kW (frequenz.)
- 1 Stck. Produktpumpe: 5,50kW (intervall)
- Heizleistung Wärmetauscher: max. 1.200kW
- Verdunstung:
 - 0,6ltr/kWh
 - max. 720ltr/Std.
 - 6.000m³/Jahr



Effizienzsteigerung durch direkte Einleitung der BHKW-Abgase M1204-10plus

Zusätzlich werden BHKW-Abgase in
den erwärmten Luftstrom beigemischt





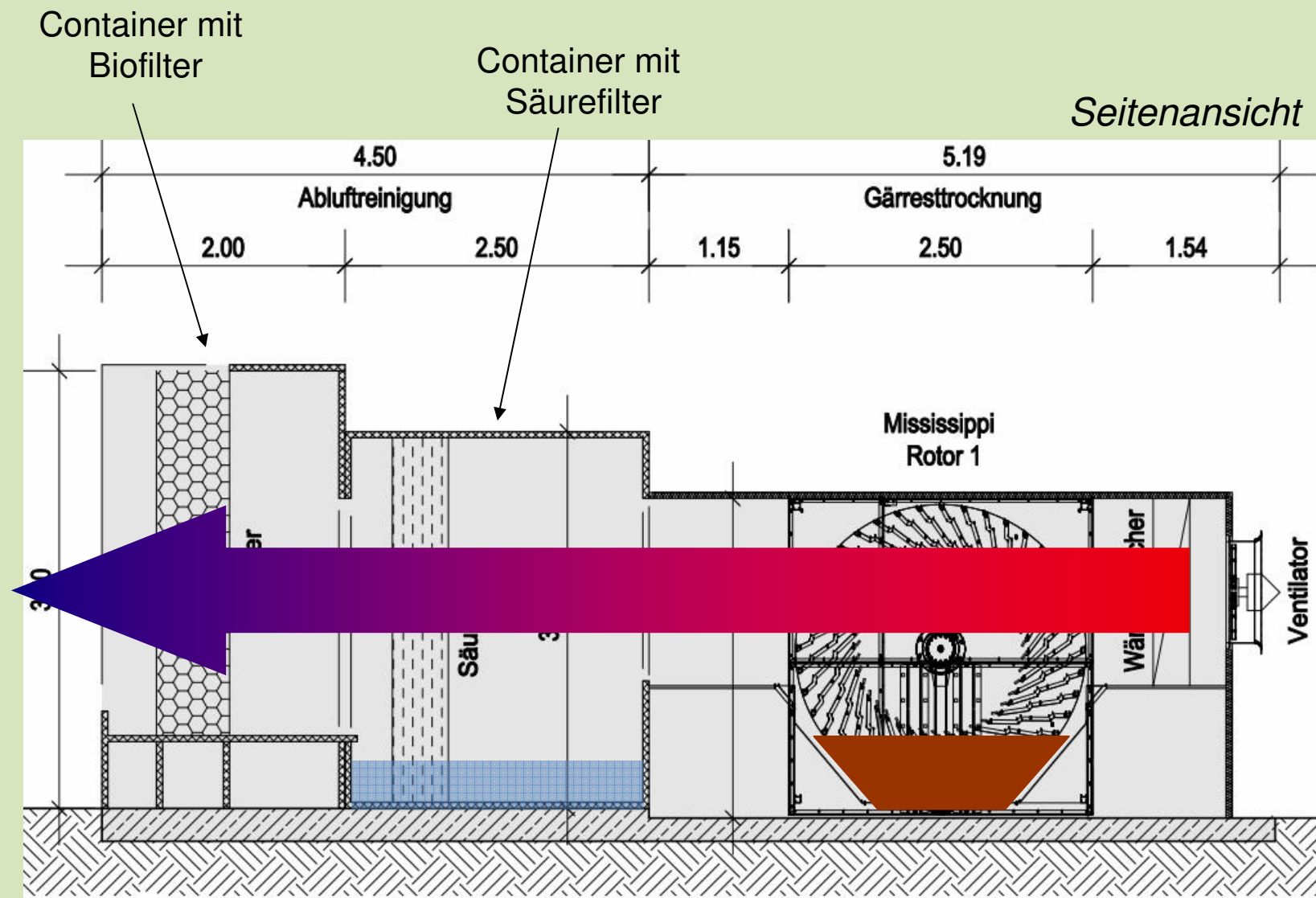
Kostenschätzung für eine Mississippi-Gärresttrocknung					
* Typ M601-06					
* Wärmeleistung: max 600kW					
* ohne Abluftreinigung					
Investition:					
Trocknungsanlage				95.000 €	
Gebäude (wird nicht benötigt wegen Außenaufstellung)			(+)	0 €	
Lagerhalle für getrocknetes Substrat (wird nicht benötigt)			(+)	0 €	
Sonstiges	5%		(+)	4.750 €	
Zwischensumme			(=)	99.750 €	
evtl. Investitionseinsparung wegen kleinerem Endlager			(-)	0 €	
Summe:			(=)	99.750 €	
Kosten bei 8.000 Std./Jahr:					
Abschreibung	Jahre	15		6.650 €	34,1%
Verzinsung		5%		2.494 €	12,8%
Stromverbrauch:		0,18 €/kWh			
- Rotor	kW	0,37	100%	533 €	2,7%
- Substratpumpe, frequenzgeregelt (ca. 7min/Std)	kW	5,5	10%	792 €	4,1%
- Ventilatoren, frequenzgeregelt (ersetzen Tischkühler)	kW	4,4	60%	3.802 €	19,5%
Wartung			2,50%	2.494 €	12,8%
Betreuung (15min/Tag)		30,00	€/Std	2.738 €	14,0%
Summe der jährlichen Kosten				19.501 €	100,0%



Kostenschätzung für eine Mississippi-Gärresttrocknung					
* Typ M301-06					
* Wärmeleistung: max 300kW					
* ohne Abluftreinigung					
Investition:					
Trocknungsanlage				85.000 €	
Gebäude (wird nicht benötigt wegen Außenaufstellung)			(+)	0 €	
Lagerhalle für getrocknetes Substrat (wird nicht benötigt)			(+)	0 €	
Sonstiges	5%		(+)	4.250 €	
Zwischensumme			(=)	89.250 €	
evtl. Investitionseinsparung wegen kleinerem Endlager			(-)	0 €	
Summe:			(=)	89.250 €	
Kosten bei 8.000 Std./Jahr:					
Abschreibung	Jahre	15		5.950 €	36,6%
Verzinsung		5%		2.231 €	13,7%
Stromverbrauch:		0,18	€/kWh		
- Rotor	kW	0,37	100%	533 €	3,3%
- Substratpumpe, frequenzgeregelt (ca. 7min/Std)	kW	5,5	8%	634 €	3,9%
- Ventilatoren, frequenzgeregelt (ersetzen Tischkühler)	kW	2,25	60%	1.944 €	12,0%
Wartung			2,50%	2.231 €	13,7%
Betreuung (15min/Tag)		30,00	€/Std	2.738 €	16,8%
Summe der jährlichen Kosten				16.260 €	100,0%

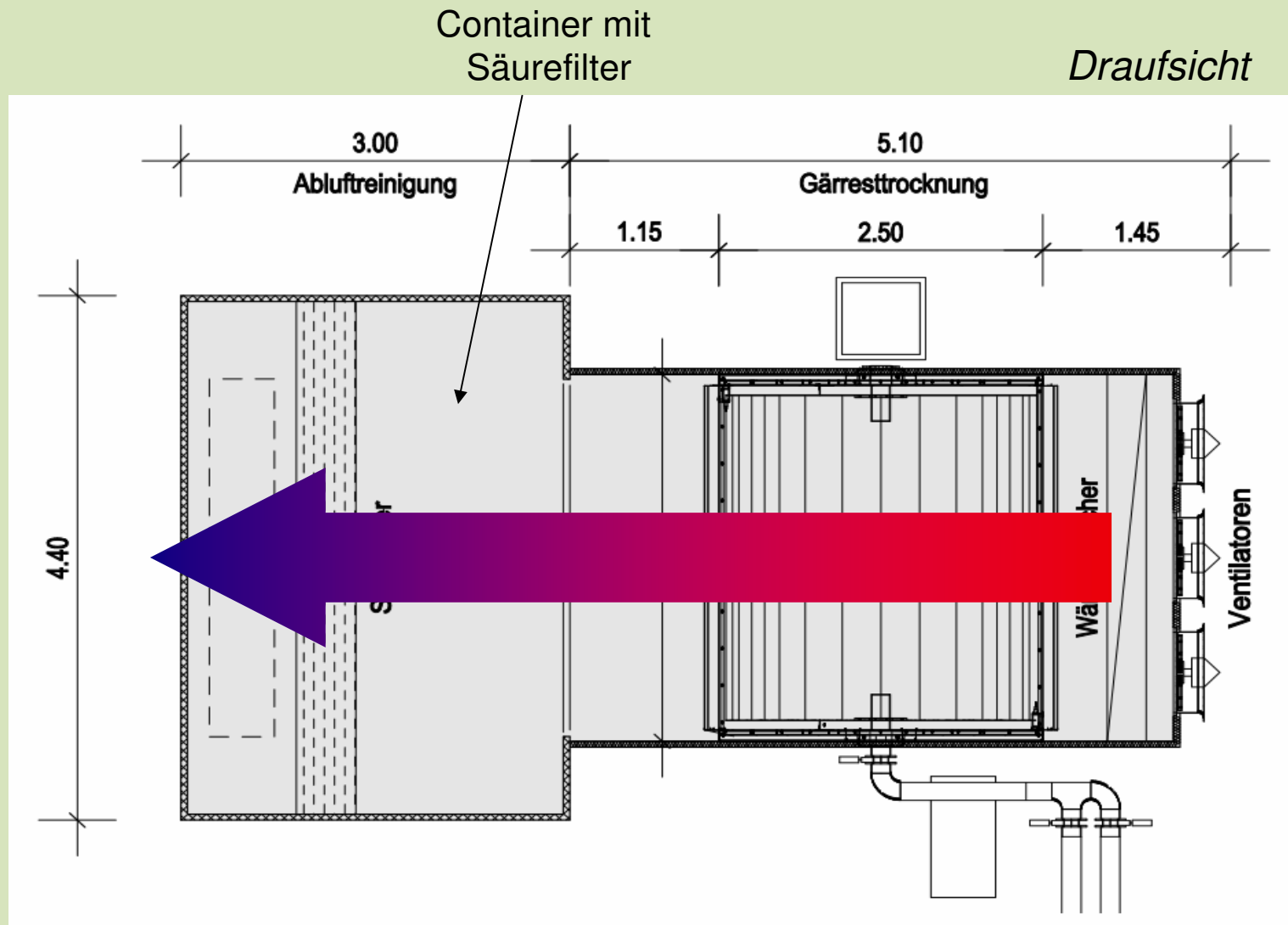


Abluftreinigung an einer Mississippi-Gärresttrocknung M601-06





Abluftreinigung an einer Mississippi-Gärresttrocknung M301-06

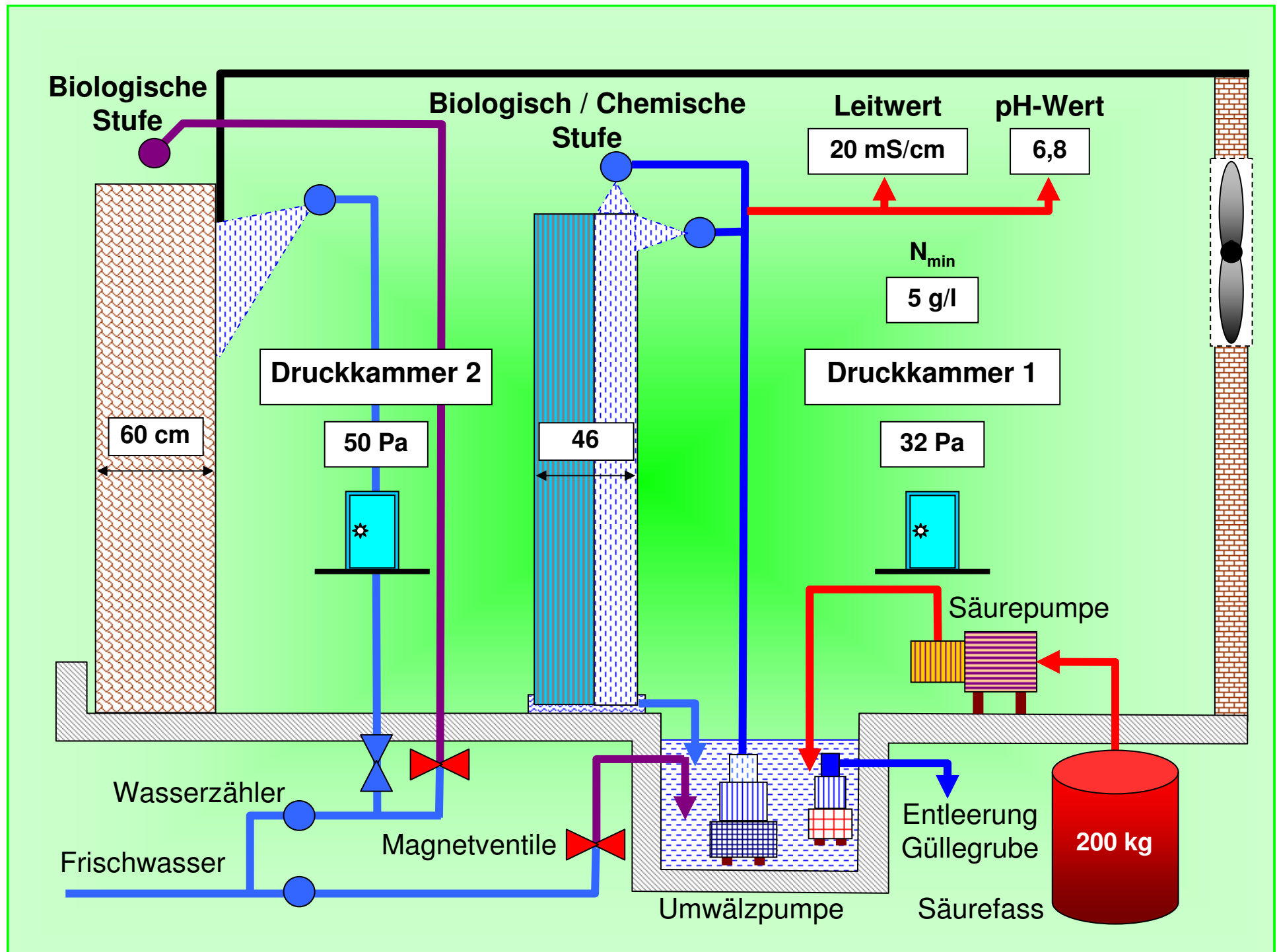




**SIGNUM
TEST**

06/10

bestanden



Strommehrkosten

Lüftung

Pumpen

Steuerung

Wasserwechsel

Filterreinigung

Kontrollen

Wartungskosten

Wasserkosten

Frischwasser

Verdunstung

Abwasser

Säureverbrauch

Reparaturkosten

Wartungsvertrag

Zusatzkosten

**Betriebs-
kosten**

		Gärresttrocknung			
		M300	M600	M1200	M1800
Stromverbrauch	[kWh/a]	5.910	9.240	18.480	26.880
Ammoniak	[mg/m³]	14,2	14,2	14,2	14,2
	[kg/h]	0,284	0,568	1,136	1,704
	[kg/a]	2.386	4.772	9.543	14.314
	[kg/a]	2.266	4.533	9.066	13.599
Abwasser	[m³/a]	150	300	600	900
Verdunstung	[m³/a]	100	150	250	400
Frischwasser ges.	[m³/a]	250	450	850	1.300
Säureverbrauch	[kg/a]	6.530	13.055	26.110	39.165
Arbeitszeit	[Std./a]	15	25	30	40
Stromkosten	[EUR/a]	1.005	1.571	3.142	4.570
Abwasser	[EUR/a]	750	1.500	3.000	4.500
Frischwasser	[EUR/a]	88	158	298	455
Säurekosten	[EUR/a]	2.280	3.265	6.528	9.792
Arbeitskosten	[EUR/a]	375	625	750	1.000
Wartungsvertrag	[EUR/a]	450	450	500	500
Reparaturkosten	[EUR/a]	300	350	450	500
Gesamt	[EUR/a]	5.248	7.919	14.668	21.317



Schlussbemerkungen zur Mississippi-Gärresttrocknung

- man bleibt in der Güllestrecke; der Gärrest ist nach dem Trocknungsprozess flüssig und pumpfähig
- staubfreie Abluft aus der Trocknung erleichtert die Abluftreinigung und macht sie weniger störanfällig
- hohe Verdunstungsraten (kg Wasserverdunstung pro kWh thermisch) und eine vergleichsweise hohe Einsparung von Gärrestlagervolumen sind möglich
- sehr geringer Kontroll-, Reparatur- und Wartungsaufwand durch vollautomatischen Anlagenbetrieb und wartungsarme Verfahrenstechnik ohne Staubentwicklung
- sehr geringer Stromverbrauch, da die Leistung des Motors für den Rotor nur 0,37kW beträgt und der Trocknungsbereich keine wirkliche „Barriere“ im Luftstrom darstellt
- Außenaufstellung ist möglich, ggf. als Bypass zwischen Nachgärer und Endlager
- 3ct KWK-bonusfähig
- mehrjährige Erfahrungen in Belgien; hier bestand der Anlagenzweck vorwiegend in der Mengenreduzierung und nicht in der Generierung eines Bonus
- Option zur nachträglichen Anlagenveränderung durch kompakte Modulbauweise
- Referenzanlagen können besichtigt werden
- Vorführanlage wird ausgeliehen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



AgroEnergien
von der idee zum projekt