

Möglichkeiten der Energieerzeugung und Schlepperverwertung über eine angepasste Biogasanlage

Philipp Maas-Peitzmeier
FH-Soest

Kenndaten einer Ethanolanlage

Input Getreide Brennerei:			
32.000	hl		Preis/Weizen
0,286	t WW/hl Aklohol	9.152	t Weizen 20,00 €/dt

Schlempeanfall:					
614	Schlempe/hl Alkohol =	19.648.000	Schlempeanfall		
21,80%	oTS in Schlempe nach Separation				
60%	368,4	Schlempe in Biogas	11.788.800	Schlempe	2.570 t oTS
40%	245,6	Schlemperückführung	7.859.200	Schlemperückführung	
368,4	Schlempe	21,80%	oTS Gehalt	80	kg oTS zur Verfügung

Input Energie Brennerrei			
12	Öl/hl =	384.000	Öl gesamt
9,8	kWh/l	3.763.200	kWh
80%	Wirkungsgrad	3.010.560	kW thermische Energie

Investinskosten für eine Ethanolanlage ohne Abwärmenutzung

2.432.000	Euro Invest für eine Ethanolanlage mit		32.000	hl zu	76	€/hl
Produktionskosten für eine Ethanolanlage						
5,00%	Abschreibung			121.600	Euro	
6,00%	Verzinsung			145.920	Euro	
1,00%	Versicherung			24.320	Euro	
1,00%	sonstiges			24.320	Euro	
9.000	Ak/h	25	Euro/h	225.000	Euro	
384.000	Heizöl	0,62	Euro/Ltr	238.080	Euro	
10	kW/hl Strom	0,10	Euro/kW	32.000	Euro	
0,286	Rohstoff	20,00	Euro/dt	1.830.400	Euro	
32.000	hl =Enzymkosten	1,57	Euro/hl	50.240	Euro	
32.000	Reperaturen	0,85	Euro/hl	27.200	Euro	
32.000	sonstiges	0,35	Euro/hl	11.200	Euro	
Produktionskosten im Jahr				2.730.280	Euro	0,85 €/l

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Wirtschaftlichkeit einer Ethanolanlage die mit Öl betrieben wird

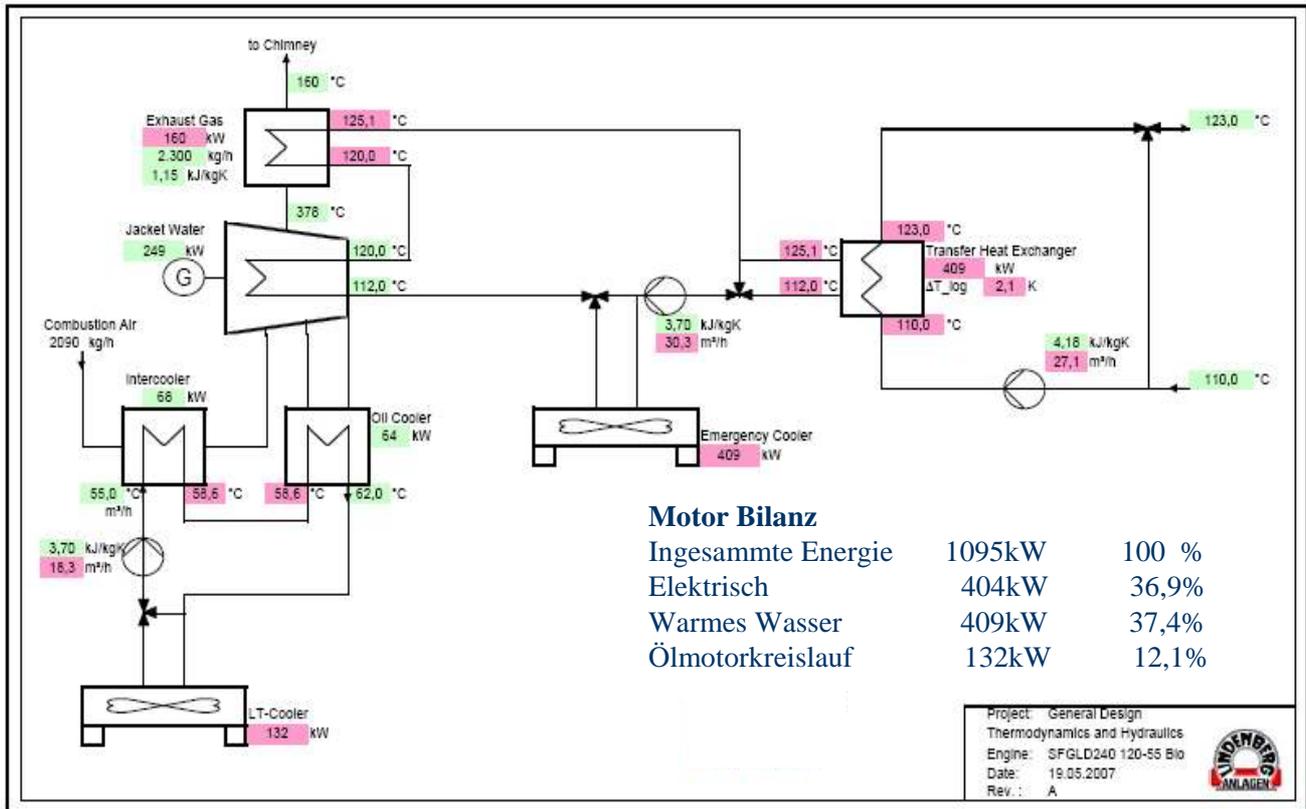
32.000	hl	1.760.000	€
1	hl	55	€
1	l	0,55	€
		1.760.000	Euro

11788,8 t Schlempe	25 Euro/t	294.720 Euro
--------------------	-----------	---------------------

2.054.720	Euro Einnahmen der Ethanolanlage
2.730.280	jährliche Produktionskosten
-675.560	Euro Gewinn/Verlust im Jahr

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Motorschaubild



Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Größe der Biogasanlage

Input	t oTM/a	Ration [%]	t oTS/d	l Biogas/kg oTS	Methangeh. %	Methan m³/h	Methan kW/h
Schlempe	2.570	100%	7,04	640,0	59%	111	1.101
Silomais	0	0%	0,00	600,0	52%	0	0
Summe	2.570		7,0			111	1.101

Wirkungsgrad elektrisch	[%]	36,9%	aus Schlempe
el. Leistung	[kW]	406	406
Auslastung Motor	[h/a]	8000,00	
Eingespeister Strom	[kWh/a]	3.250.549	

Wirkungsgrad thermisch	37,4%	
th. Leistung	412	kW
Auslastung	8000,00	h/a
Jahresleistung therm.	3.294.595	kWh
Energieb. Ethanol	3.010.560	kWh
Überschuss Wärme	284.035	kWh

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Größe der Biogasanlage

Kalkulationsdaten Biogas			
angestrebte Faulraumbelastung	[kg oTS/m ³ *d ⁻¹]	3	
notwendiges Netto-Gärvolumen	[m ³]	2.347	
Fermenter	[m ³]	40%	939
Nachgärer	[m ³]	60%	1.408
Verweilzeit	[d]	44	

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Investitionskosten für eine Ethanolanlage mit Anwärmenutzung

2.560.000 Euro Investitionskosten für eine Ethanolanlage mit				32000 hl	80 €/hl
5,00%	Euro Abschreibung		128.000	Euro	
6,00%	Verzinsung		153.600	Euro	
1,00%	Versicherung		25.600	Euro	
1,00%	sonstiges		25.600	Euro	
9.000	Ak/h	25	Euro/h	225.000	Euro
10	kW/hl Strom	0,10	Euro/kW	32.000	Euro
3010560	kW thermisch	0,03	kW	93.327	Euro
0,286	Rohstoff	20,00	Euro/dt	1.830.400	Euro
32.000	Enzyme	1,57	Euro/hl	50.240	Euro
32.000	Reperaturen	0,85	Euro/hl	27.200	Euro
32.000	sonstiges	0,35	Euro/hl	11.200	Euro
	Produktionskosten im Jahr		2.602.167	Euro	0,81 €/l

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Kosten für eine Biogasanlage zur Monovergärung von Schlempe

3.200	Euro Investitionskosten pro kW	406	kW
1.300.220	Investitionskosten für die Biogasanlage		

Produktionskosten für eine Biogasanlage							jährliche Abschreibung	
1.300.220	50%	Bauliche Abschreibung	650.110	Euro	über 20 Jahre	32505,49	Euro	
1.300.220	30%	Technische Abschreibung	390.066	Euro	über 10 Jahre	39006,59	Euro	
1.300.220	8%	Motorabschreibung	104.018	Euro	über 5 Jahre	20803,51	Euro	
1.300.220	12%	Generatorabschreibung	156.026	Euro	über 10 Jahre	15602,63	Euro	
						Summe	107918,2	Euro

8%	Abschreibung			107.918	Euro		
5%	Verzinsung			65.011	Euro		
1%	Versicherung			13.002	Euro		
1%	sonstiges			13.002	Euro		
2.200	Ak/h	25	Euro/Akh	55.000	Euro		
11.789	t/Schlempe	30	Euro/t	353.664	Euro		
1.300.220	Reperaturen	1%		13.002	Euro		
1.300.220	sonstiges	1%		13.002	Euro		
				633.602	Euro Produktionskosten im Jahr		

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Wirtschaftlichkeitsrechnung einer Biogasanlage mit Monovergärung

633.602 Euro Produktionskosten im Jahr

Vergütung der elektrischen Leistung	
406	3.250.549
kW	kW im Jahr

10,60	ct bis 150 kW	8.760	h	139.284	€
9,13	ct bis 500 kW	8.760	h	205.001	€
8,37	ct bis 5 MW	8.760	h	0	€
				344.285	Euro Vergütung aus dem Stromverkauf im Jahr

5,74	ct NAWRO Bonus bis 500kW	8.760	h	204.307	€
3,77	ct NAWRO Bonus bis 5MW	8.760	h	0	€
				204.307	Euro NAWRO Bonus im Jahr

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Wirtschaftlichkeitsrechnung

1,88 ct Abwärmenutzung pro kW	3.010.560 kW	56.599 € Abwärmenutzung
-------------------------------	--------------	--------------------------------

3.010.560 kW	10	301.056 l Öl	
301.056 l Öl	0,31 halben Ölpreis	93.327	Euro Einnahmen durch Abwärmeverkauf

698.517	Euro Einnahmen durch die Biogasanlage
633.602	Euro Ausgaben für die Biogasanlage
64.915	Euro Gewinn/Verlust im Jahr

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Wirtschaftlichkeit einer Ethanolanlage die mit Abwärme betrieben wird

32.000 hl	1.760.000 €
1 hl	55,00 €
1 l	0,55 €
	1.760.000 Euro

11.789 t Schlempe	25 Euro/t	294.720 Euro
-------------------	-----------	---------------------

2.054.720	Euro Einnahmen der Ethanolanlage
2.602.167	jährliche Produktionskosten
-547.447	Euro Gewinn/Verlust im Jahr

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Vergärung von Schlempe und anderen Produkten

Input Getreide Brennerei:				
26.000	hl			Preis/Weizen
0,286	t WW/hl Alkohol	7.436	t Weizen	20,00 €/dt

Schlempeanfall:						
614	Schlempe/hl Alkohol =	15.964.000	Schlempeanfall			
21,80%	oTS in Schlempe nach Separation					
60%	368,4	Schlempe in Biogas	9.578.400	Schlempe	2.088	t oTS
40%	245,6	Schlemperückführung	6.385.600	Schlemperückführung		
368,4	Schlempe	21,80%	oTS Gehalt	80	kg oTS zur Verfügung	

Input Mais:				
2.000	t FM/a	32%	TM	95% oTS
5,5	t FM/d	640	TM/a	608 t oTS
	Kosten	25	€/t	50.000 €
50	t/ha FM Ertrag	40	ha Maisfläche	

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Vergärung von Schlempe und anderen Produkten

Input Energie Brennerrei			
12	Öl/hl =	312.000	Öl gesamt
9,8	kWh/l	3.057.600	kWh
80%	Wirkungsgrad	2.446.080	kW thermische Energie

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Größe der Biogasanlage

Input	t oTM/a	Ration [%]	t oTS/d	l Biogas/kg oTS	Methangeh. %	Methan m³/h	Methan kWh
Schlempe	2.088	77%	5,72	640,0	59%	90	895
Silomais	608	23%	1,67	600,0	52%	22	215
Summe	2.696		7,4			112	1.110

Wirkungsgrad elektrisch	[%]	36,9%	aus Schlempe
el. Leistung	[kW]	410	330
Auslastung Motor	[h/a]	8000,00	
Eingespeister Strom	[kWh/a]	3.276.485	

Wirkungsgrad thermisch	37,4%	
th. Leistung	415	kW
Auslastung	8000,00	h/a
Jahresleistung therm.	3.320.882	kWh
Energieb. Ethanol	2.446.080	kWh
Überschuss Wärme	874.802	kWh

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Größe der Biogasanlage

Kalkulationsdaten Biogas			
angestrebte Faulraumbelastung	[kg oTS/m³*d ⁻¹]	3	
notwendiges Netto-Gärvolumen	[m³]	2.462	
Fermenter	[m³]	40%	985
Nachgärer	[m³]	60%	1.477
Verweilzeit	[d]	50	

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Investitionskosten für die Ethanolherstellung ohne Abwärmenutzung

1.976.000	Euro Invest für eine Ethanolanlage mit			26.000	hl zu	76	€/hl
Produktionskosten für eine Ethanolanlage							
5,00%	Abschreibung			98.800	Euro		
6,00%	Verzinsung			118.560	Euro		
1,00%	Versicherung			19.760	Euro		
1,00%	sonstiges			19.760	Euro		
9.000	Ak/h	25	Euro/h	225.000	Euro		
312.000	Heizöl	0,62	Euro/Ltr	193.440	Euro		
10	kW/hl Strom	0,10	Euro/kW	26.000	Euro		
0,286	Rohstoff	20,00	Euro/dt	1.487.200	Euro		
26.000	hl =Enzymkosten	1,57	Euro/hl	40.820	Euro		
26.000	Reperaturen	0,85	Euro/hl	22.100	Euro		
26.000	sonstiges	0,35	Euro/hl	9.100	Euro		
			Produktionskosten im Jahr	2.260.540	Euro	0,87	€/l

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Investitionskosten für eine Ethanolanlage mit Abwärmenutzung

2.080.000	Euro Investitionskosten für eine Ethanolanlage mit			26000	hl	80	€/hl
5,00%	Euro Abschreibung			104.000	Euro		
6,00%	Verzinsung			124.800	Euro		
1,00%	Versicherung			20.800	Euro		
1,00%	sonstiges			20.800	Euro		
9.000	Ak/h	25	Euro/h	225.000	Euro		
10	kW/hl Strom	0,10	Euro/kW	26.000	Euro		
2446080	kW thermisch	0,03	kW	75.828	Euro		
0,286	Rohstoff	20,00	Euro/dt	1.487.200	Euro		
26.000	Enzyme	1,57	Euro/hl	40.820	Euro		
26.000	Reperaturen	0,85	Euro/hl	22.100	Euro		
26.000	sonstiges	0,35	Euro/hl	9.100	Euro		
			Produktionskosten im Jahr	2.156.448	Euro	0,83	€/l

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Kosten für eine Biogasanlage zur Vergärung von Schlempe und anderen Substraten

3.500	Euro Investionskosten pro kW	410	kW
1.433.462	Investionskosten für die Biogasanlage		

Produktionskosten für eine Biogasanlage						
						jährliche Abschreibung
1.433.462	50%	Bauliche Abschreibung	716.731	Euro	über 20 Jahre	35.837 €
1.433.462	30%	Technische Abschreibung	430.039	Euro	über 10 Jahre	43.004 €
1.433.462	8%	Motorabschreibung	114.677	Euro	über 5 Jahre	22.935 €
1.433.462	12%	Generatorabschreibung	172.015	Euro	über 10 Jahre	17.202 €
						Summe 118.977 €

8%	Abschreibung			118.977	Euro		
5%	Verzinsung			71.673	Euro		
1%	Versicherung			14.335	Euro		
1%	sonstiges			14.335	Euro		
2.200	Ak/h	25	Euro/Akh	55.000	Euro		
2.000	Mais Kosten	25	Euro/t	50.000	Euro		
9.578	Schlempekosten	30	Euro/t	287.352	Euro		
1.433.462	Reperaturen	1%		14.335	Euro		
1.433.462	sonstiges	1%		14.335	Euro		
				590.341	Euro Produktionskosten im Jahr		

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Wirtschaftlichkeitsrechnung einer Biogasanlage die Schlempe und andere Substrate betrieben wird

590341 Euro Produktionskosten im Jahr	
Vergütung der elektrischen Leistung	
410 kW	3.276.485 kW im Jahr

10,6	ct bis 150kW	8.760	h	139.284	€		
9,13	ct bis 500kW	8.760	h	207.593	€		
8,37	ct bis 5 MW	8.760	h	0	€		
				346.877	Euro Vergütung aus dem Stromverkauf im Jahr		

5,74	ct NAWRO Bonus bis 500kW	8.760	h	205.937	€		
3,77	ct NAWRO Bonus bis 5MW	8.760	h	0	€		
				205.937	Euro NAWRO Bonus im Jahr		

1,88	ct Abwärmenutzung pro kW	2.446.080,00	kW	45.986	€
------	--------------------------	--------------	----	---------------	---

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Wirtschaftlichkeitsrechnung einer Biogasanlage die Schlempe und andere Substrate betrieben wird

2.446.080	kW	10		244.608	l Öl		
244.608	l Öl	0,31	halben Ölpreis	75.828	Euro Einnahmen durch Abwärmeverkauf		

674.629	Euro Einnahmen durch die Biogasanlage		
590.341	Euro Ausgaben für die Biogasanlage		
84.288	Euro Gewinn/Verlust im Jahr		

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Wirtschaftlichkeitsrechnung einer Ethanolanlage die mit Öl betrieben wird

26.000	hl	1.430.000	€
1	hl	55	€
1	l	0,55	€
		1.430.000	Euro

9578,4 t Schlempe	25 Euro/t	239.460 Euro
-------------------	------------------	---------------------

1.669.460	Euro Einnahmen der Ethanolanlage		
2.260.540	jährliche Produktionskosten		
-591.080	Euro Gewinn/Verlust im Jahr		

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

Wirtschaftlichkeitsrechnung einer Ethanolanlage die mit Abwärme betrieben wird

26.000	hl	1.430.000	€
1	hl	55,00	€
1	l	0,55	€
		1.430.000	Euro

9.578 t Schlempe	25 Euro/t	239.460	Euro
------------------	-----------	----------------	------

1.669.460	Euro Einnahmen der Ethanolanlage		
2.156.448	jährliche Produktionskosten		
-486.988	Euro Gewinn/Verlust im Jahr		

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**

Philipp Maas-
Peitzmeier
FH-Soest