

# Möglichkeiten der Energieerzeugung und Schlepperverwertung über eine angepasste Biogasanlage

Philipp Maas-Peitzmeier  
FH-Soest

## Kenndaten einer Ethanolanlage

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

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

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

## Investinskosten für eine Ethanolanlage ohne Abwärmenutzung

<b>2.432.000</b>	Euro Invest für eine Ethanolanlage mit		<b>32.000</b>	hl zu	<b>76</b>	€/hl
<b>Produktionskosten für eine Ethanolanlage</b>						
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	
<b>Produktionskosten im Jahr</b>				<b>2.730.280</b>	<b>Euro</b>	<b>0,85</b> €/l

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

## Wirtschaftlichkeit einer Ethanolanlage die mit Öl betrieben wird

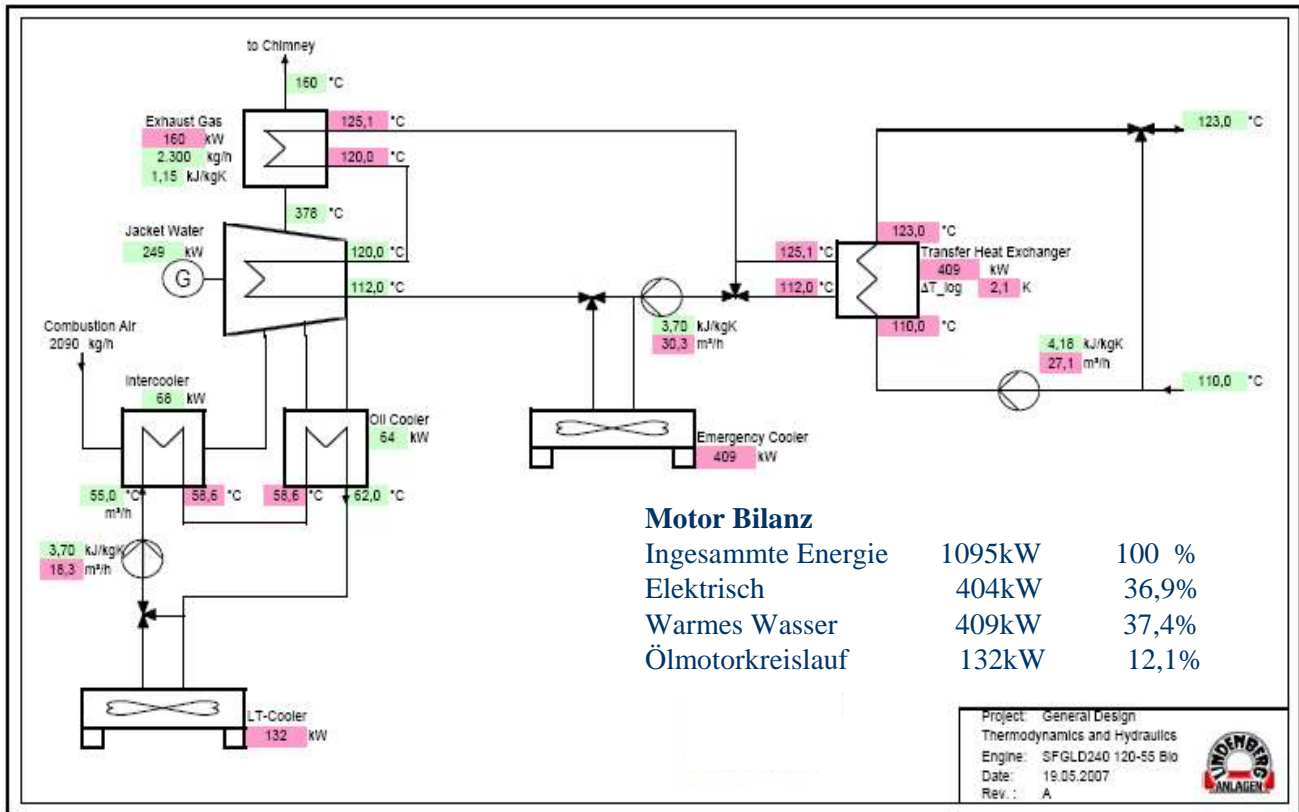
32.000	hl	1.760.000	€
1	hl	55	€
1	l	0,55	€
		<b>1.760.000</b>	Euro

11788,8 t Schlempe	25 Euro/t	<b>294.720</b> Euro
--------------------	-----------	---------------------

<b>2.054.720</b>	Euro Einnahmen der Ethanolanlage
<b>2.730.280</b>	jährliche Produktionskosten
<b>-675.560</b>	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
<b>Summe</b>	<b>2.570</b>		<b>7,0</b>			<b>111</b>	<b>1.101</b>

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

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

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

# Größe der Biogasanlage

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

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
	<b>Produktionskosten im Jahr</b>		<b>2.602.167</b>	<b>Euro</b>	<b>0,81 €/l</b>

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

## Kosten für eine Biogasanlage zur Monovergärung von Schlempe

<b>3.200</b>	Euro Investitionskosten pro kW	<b>406</b>	kW
<b>1.300.220</b>	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	<b>107918,2</b>	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		
				<b>633.602</b>	Euro Produktionskosten im Jahr		

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

## Wirtschaftlichkeitsrechnung einer Biogasanlage mit Monovergärung

633.602 Euro Produktionskosten im Jahr

Vergütung der elektrischen Leistung	
<b>406</b>	<b>3.250.549</b>
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	€
				<b>344.285</b>	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	€
				<b>204.307</b>	Euro NAWRO Bonus im Jahr

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

# Wirtschaftlichkeitsrechnung

1,88 ct Abwärmenutzung pro kW	3.010.560 kW	<b>56.599</b> € Abwärmenutzung
-------------------------------	--------------	--------------------------------

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

<b>698.517</b>	Euro Einnahmen durch die Biogasanlage
<b>633.602</b>	Euro Ausgaben für die Biogasanlage
<b>64.915</b>	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 €
	<b>1.760.000</b> Euro

11.789 t Schlempe	25 Euro/t	<b>294.720</b> Euro
-------------------	-----------	---------------------

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

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

## Vergärung von Schlempe und anderen Produkten

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

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

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

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

## Vergärung von Schlempe und anderen Produkten

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

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

# Größe der Biogasanlage

Input	t oTM/a	Ration [%]	t oTS/d	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
<b>Summe</b>	2.696		7,4			112	1.110

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

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

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

# Größe der Biogasanlage

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

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest



## Investitionskosten für die Ethanolherstellung ohne Abwärmenutzung

<b>1.976.000</b>	Euro Invest für eine Ethanolanlage mit			<b>26.000</b>	hl zu	<b>76</b>	€/hl
<b>Produktionskosten für eine Ethanolanlage</b>							
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		
			<b>Produktionskosten im Jahr</b>	<b>2.260.540</b>	<b>Euro</b>	<b>0,87</b>	<b>€/l</b>

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

## Investitionskosten für eine Ethanolanlage mit Abwärmenutzung

<b>2.080.000</b>	Euro Investitionskosten für eine Ethanolanlage mit			<b>26000</b>	hl	<b>80</b>	€/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		
			<b>Produktionskosten im Jahr</b>	<b>2.156.448</b>	<b>Euro</b>	<b>0,83</b>	<b>€/l</b>

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

## Kosten für eine Biogasanlage zur Vergärung von Schlempe und anderen Substraten

<b>3.500</b>	Euro Investionskosten pro kW	<b>410</b>	kW
<b>1.433.462</b>	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 €	
						<b>Summe</b>	<b>118.977 €</b>

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		
				<b>590.341</b>	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			
<b>410</b>	kW	<b>3.276.485</b>	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	€		
				<b>346.877</b>	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	€		
				<b>205.937</b>	Euro NAWRO Bonus im Jahr		

1,88	ct Abwärmenutzung pro kW	2.446.080,00	kW	<b>45.986</b>	€		
------	--------------------------	--------------	----	---------------	---	--	--

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	<b>75.828</b>	Euro Einnahmen durch Abwärmeverkauf		

<b>674.629</b>	Euro Einnahmen durch die Biogasanlage		
<b>590.341</b>	Euro Ausgaben für die Biogasanlage		
<b>84.288</b>	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	€
		<b>1.430.000</b>	Euro

9578,4 t Schlempe	<b>25</b> Euro/t	<b>239.460</b> Euro
-------------------	------------------	---------------------

<b>1.669.460</b>	Euro Einnahmen der Ethanolanlage		
<b>2.260.540</b>	jährliche Produktionskosten		
<b>-591.080</b>	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	€
		<b>1.430.000</b>	Euro

9.578 t Schlempe	25 Euro/t	<b>239.460</b>	Euro
------------------	-----------	----------------	------

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

Philipp Maas-Peitzmeier, FH Soest

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**

Philipp Maas-  
Peitzmeier  
FH-Soest