



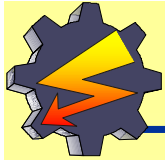
# Biogas im Wandel

17. Jahrestagung des Fachverbandes Biogas e. V.

# Sinkende Gewinne -

im Detail verbirgt sich die

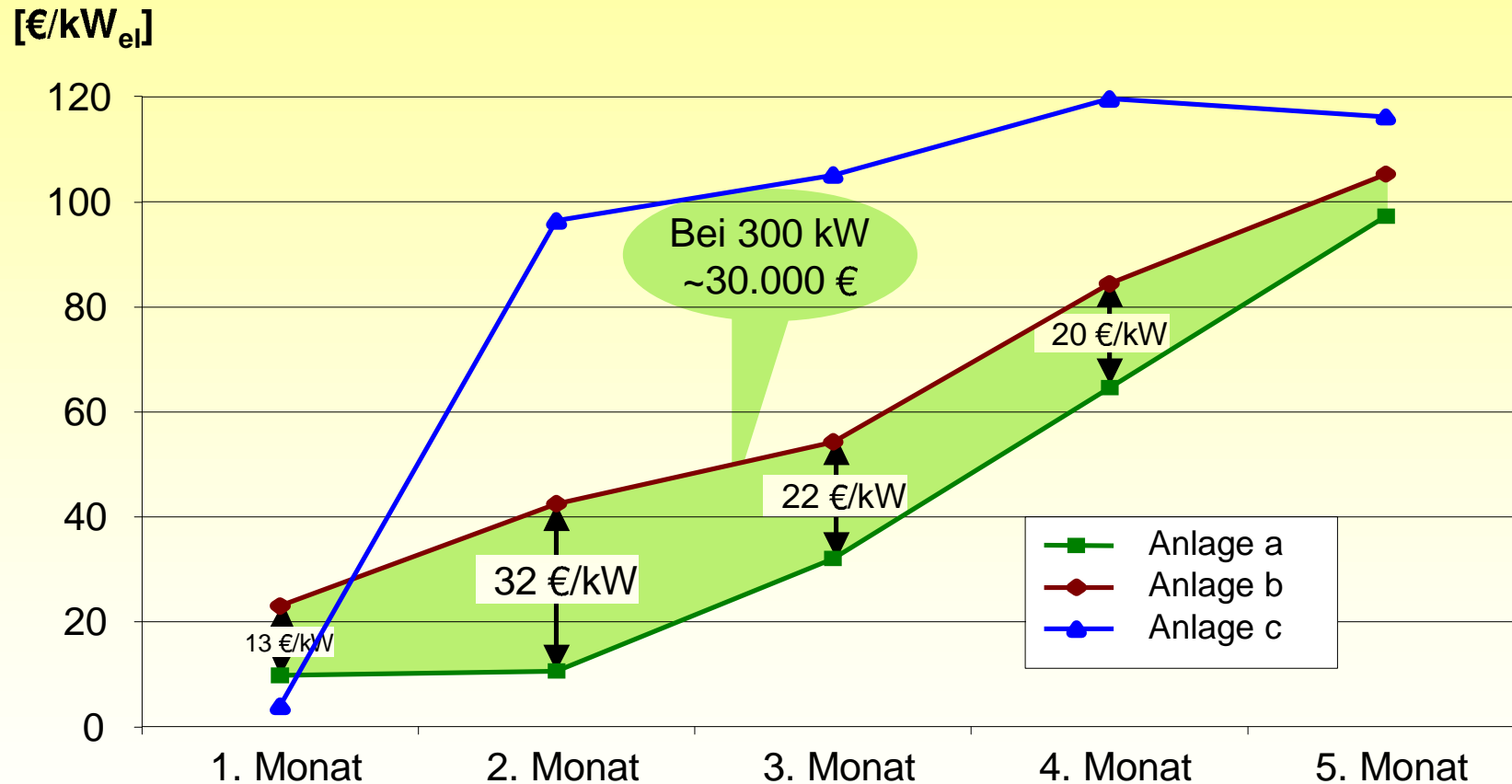
# verlorene Rendite



# Inbetriebnahme - Anfahrphase

**These:** Wer im Monat weniger als 100 €/kW<sub>el</sub> erlöst<sup>1)</sup>, ist im Anfahrbetrieb

1) Zukauf der Prozessenergie<sub>el</sub>.



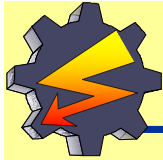


# Inbetriebnahme - Anfahrphase

---

**These:** Wer im Monat weniger als  $100 \text{ €/kW}_{\text{el}}$  Erlöst, ist im Anfahrbetrieb

Dauert der Anfahrbetrieb länger als 5 Monate, sollte man sich professionelle Hilfe holen



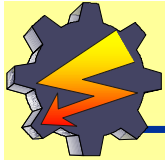
# Modellkalkulation(1)

<b>Gasertrag</b>							m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	<b>1.187.902</b>
	Masse	TM	oTM	I/kg oTM	m <sub>N</sub> <sup>3</sup> /t FM	Methan		
Rindergülle (+Futterreste)	2.400 t	8,5%	85%	350	25,3	55,0%		
Maissilage körnerreich	4.496 t	33,0%	96%	630	199,0	52,5%		
Getreide (Futterware)	365 t	87,0%	98%	750	637,7	52,4%		
<b>Bruttoenergieerzeugung:</b>								
Energiegehalt Substrat	5,26		kWh/m <sup>3</sup>				kWh/Jahr	<b>6.248.365</b>
erzeugte thermische Energie	Praxis-Wirkungsgrad <sub>therm</sub>		44 %				kWh/Jahr	2.749.280
abzüglich thermische Prozeßenergie							kWh/Jahr	-525.000
<b>Verwendbare thermische Energie</b>							<b>kWh/Jahr</b>	<b>2.224.280</b>
erzeugte elektrische Energie:	Ø Vollastbetrieb	7.498	Std/Jahr				kWh/Jahr	2.249.411
Gas-BHKW	Ø Wirkungsgrad <sub>el</sub>	36,00 %	notw. BHKW-Leistung:	300 kW				
abzüglich Transformationsverluste	1,0%	} der Stromerzeugung					kWh/Jahr	-22.494
Prozessenergie <sub>el</sub>	7,0%						kWh/Jahr	0
<b>Eingespeiste elektrische Energie</b>							<b>kWh/Jahr</b>	<b>2.226.917</b>
<b>Einnahmen</b>		Wirtschaftsjahr	2007	Jahr der Inbetriebnahme:	2005			
Stromverkauf	Grundvergütung			Ø	10,68 Ct/kWh <sub>el</sub>		€/Jahr	237.886
	NawaRo-Bonus				6,00 Ct/kWh <sub>el</sub>		€/Jahr	133.615
	KWK-Bonus			Stromkennzahl	0,86		€/Jahr	5.094
Wärmeverkauf	250.000 kWh á	1,20 Ct/kWh	(Erlös abzgl. Kosten)				€/Jahr	3.000
Wärmenutzung	46.135 kWh á	4,50 Ct/kWh					€/Jahr	2.076
<b>Summe Erlöse</b>							<b>€/Jahr</b>	<b>381.670</b>



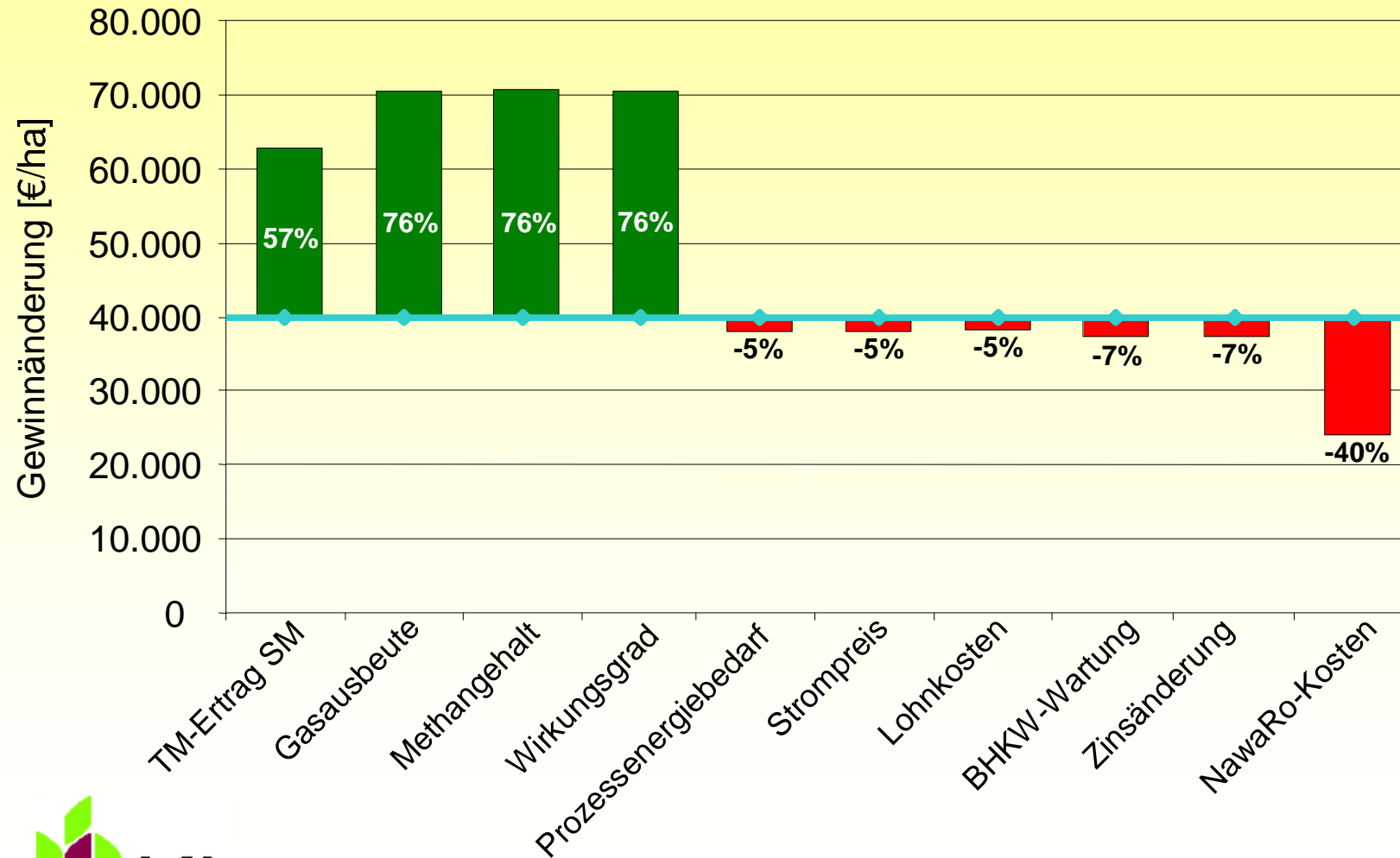
# Modellkalkulation(2)

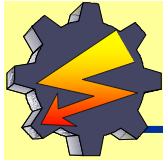
<b>Investition</b>		Fermenternutzvolumen	2.300 m <sup>3</sup>	€/kW <sub>e</sub>	<b>3.000</b>	<b>3.250</b>	<b>3.500</b>	
		Raumbelastung	2,27 kg oTM/(m <sup>3</sup> *d)					
Bau und Technik					€	712.541	766.712	820.883
BHKW					€	187.459	208.288	229.117
davon		notw. Leistung	installierte Leistung	Anschaffungskosten				
Gas-Otto-Motor (GOM)		300 kW	300 kW <sub>el</sub>	135 €/kW <sub>el</sub>	€	40.465	40.465	40.465
<b>Gesamtinvestition</b>					€	<b>900.000</b>	<b>975.000</b>	<b>1.050.000</b>
<b>Geschätzte Jahreskosten</b>								
Abschreibung:	Bau/ langlebige Güter	75 % (Anteil)	20,0 Jahre	€/Jahr	26.720	28.752	30.783	
	Technik	25 % (Anteil)	10,0 Jahre	€/Jahr	17.814	19.168	20.522	
	BHKW mit Wartungsvertrag		10,0 Jahre	€/Jahr	14.699	16.782	18.865	
	Gas-Otto-Motor		10,0 Jahre	€/Jahr	4.047	4.047	4.047	
Ø Zinsen		4,50 %		€/Jahr	<b>24.189</b>	<b>26.204</b>	<b>28.220</b>	
Versicherung			0,8 %	€/Jahr	7.200	7.800	8.400	
Pacht Betriebsgrundstück				€/Jahr	3.000	3.000	3.000	
Reparaturen/Wartung:	Bau		1,0 %	€/Jahr	5.344	5.750	6.157	
	Technik		5,0 %	€/Jahr	8.907	9.584	10.261	
	BHKW-Vollwartungsvertrag		1,20 Ct/kWh <sub>el</sub>	€/Jahr	26.993	26.993	26.993	
Lohnkosten	1.200 Std./Jahr		15,00 €/Std	€/Jahr	18.000	18.000	18.000	
elektrische Prozessenergie	Zukaufspreis	13,00 Ct/kWh	157.459 kWh/Jah	€/Jahr	20.470	20.470	20.470	
<b>Gesamtsumme Jahreskosten Biogasanlage</b>					€/Jahr	<b>177.382</b>	<b>186.549</b>	<b>195.717</b>
<b>NawaRo-Kosten frei Anlage</b>	Maissilage	4.496 t	á	26,00 €/t im Ø	€/Jahr		116.888	
	Getreide (Futterware)	365 t	á	120,00 €/t im Ø	€/Jahr		43.800	
<b>Gülle-Kosten</b>		2.400 t	à	1,50 €/t im Ø	€/Jahr		3.600	
<b>Substratkosten abzügl. Erlöse</b>							<b>164.288</b>	
<b>Gewinnerwartung</b>					€/Jahr	<b>40.000</b>	<b>30.833</b>	<b>21.665</b>



# Sensitivitätsanalyse

- Steigerung ausgewählter Parameter um 10 Prozent -





# Änderung des TM-Ertrags (c.p.)

- Modellanlage -

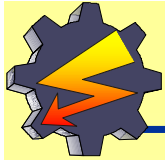
Gasertrag	Masse	TM	oTM	I <sub>N</sub> /kg oTM	m <sub>N</sub> <sup>3</sup> /t FM	CH <sub>4</sub>	m <sub>N</sub> <sup>3</sup>	
Rindergülle (mit Futterresten)	2.400 t		85%	350	25,3	55%	}	<b>1.187.902</b>
Maissilage körnerreich	4.496 t	<b>33,0%</b>	96%	630	199,0	53%		
Getreide (Futterware)	365 t		98%	750	637,7	52%		
<b>Bruttoenergieerzeugung</b>	Energiegehalt Substrat			5,26 kWh/m <sup>3</sup>		kWh/a		<b>6.248.365</b>

Δ TM - 5%

Gasertrag	Masse	TM	oTM	I <sub>N</sub> /kg oTM	m <sub>N</sub> <sup>3</sup> /t FM	CH <sub>4</sub>	m <sub>N</sub> <sup>3</sup>	
Rindergülle (mit Futterresten)	2.400 t		85%	350		55%	}	<b>1.143.179</b>
Maissilage körnerreich	4.496 t	<b>31,4%</b>	96%	630	<b>189,0</b>	53%		
Getreide (Futterware)	365t		98%	750		52%		
<b>Bruttoenergieerzeugung</b>	Energiegehalt Substrat			5,26 kWh/m <sup>3</sup>		kWh/a		<b>6.013.120</b>

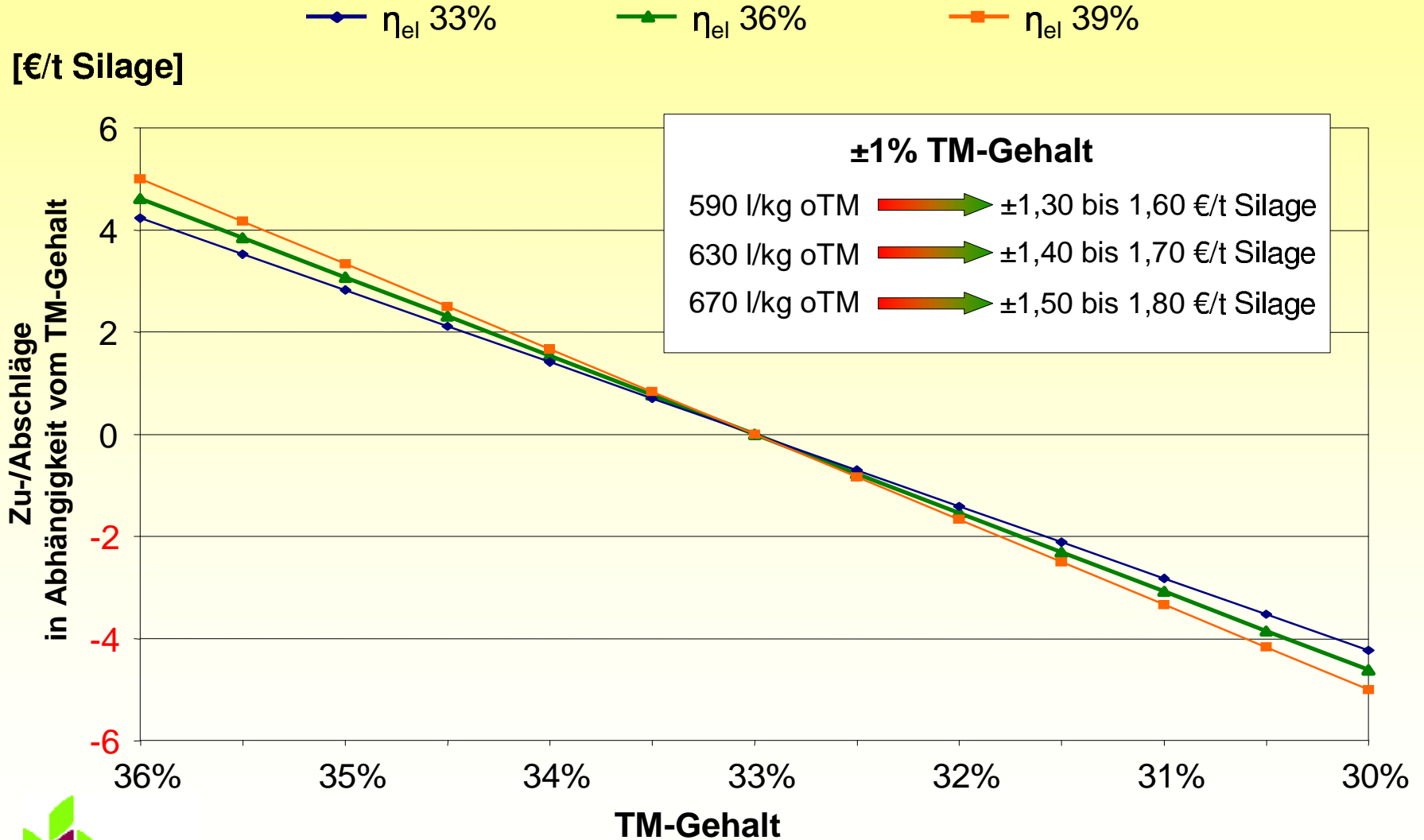
Gasertragsdifferenz: ~ 3,8 %

Gewinnminderung: **11.418 € (-29%)**

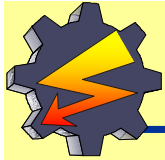


# Maissilagepreis und TM-Gehalt

- Gasertrag 630 l/kg oTM konstant; sonst gleiche Annahmen -







# Mais-Erntelogistik im Visier\*

- Kennzahlen einer Maiserntekette -

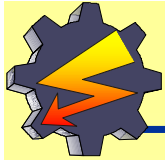
	Ø	1. Tag	3. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag	7. Tag
Ø Masseertrag [t FM/ha]	50,0	53,4	44,2	49,5	52,3	51,4	48,6	48,5
Ø TM-Anteil [%]	33,9	30,3	32,7	37,7	28,8	34,5	39,4	36,3

**630 l/kg oTM;  $\eta_{el}$  36%**

Zu-/Abschläge [€/t Silage]	1,39	-4,16	-0,46	7,23	-6,46	2,31	9,85	5,23
----------------------------	------	-------	-------	------	-------	------	------	------

**Silier- und Lagerverluste 10%**

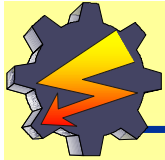
Zu-/Abschläge [€/t FM]	1,25	-3,74	-0,42	6,51	-5,82	2,08	8,87	4,71
------------------------	------	-------	-------	------	-------	------	------	------



# Eingangswiegung und TM-Bestimmung

- für eine qualitätsgerechte Bezahlung -





# Gasausbeute

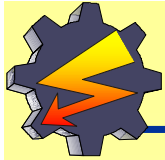
- Modellanlage -

Gasertrag	Masse	TM	oTM	I <sub>N</sub> /kg oTM	m <sub>N</sub> <sup>3</sup> /t	CH <sub>4</sub>		m <sub>N</sub> <sup>3</sup>	
Rindergülle (mit Futterresten)	2.400 t	8,5%	85%	35	25,3	5%	}		
Maissilage körnerreich	4.496 t	33,0%	96%	60	199,0	9%			
Getreide (Futterware)	365 t	87,0%	98%	75	637,7	12%			
<b>Bruttoenergieerzeugung</b>	Energiegehalt Substrat			5,26 kWh/m <sup>3</sup>		kWh/a		<b>6.248.365</b>	

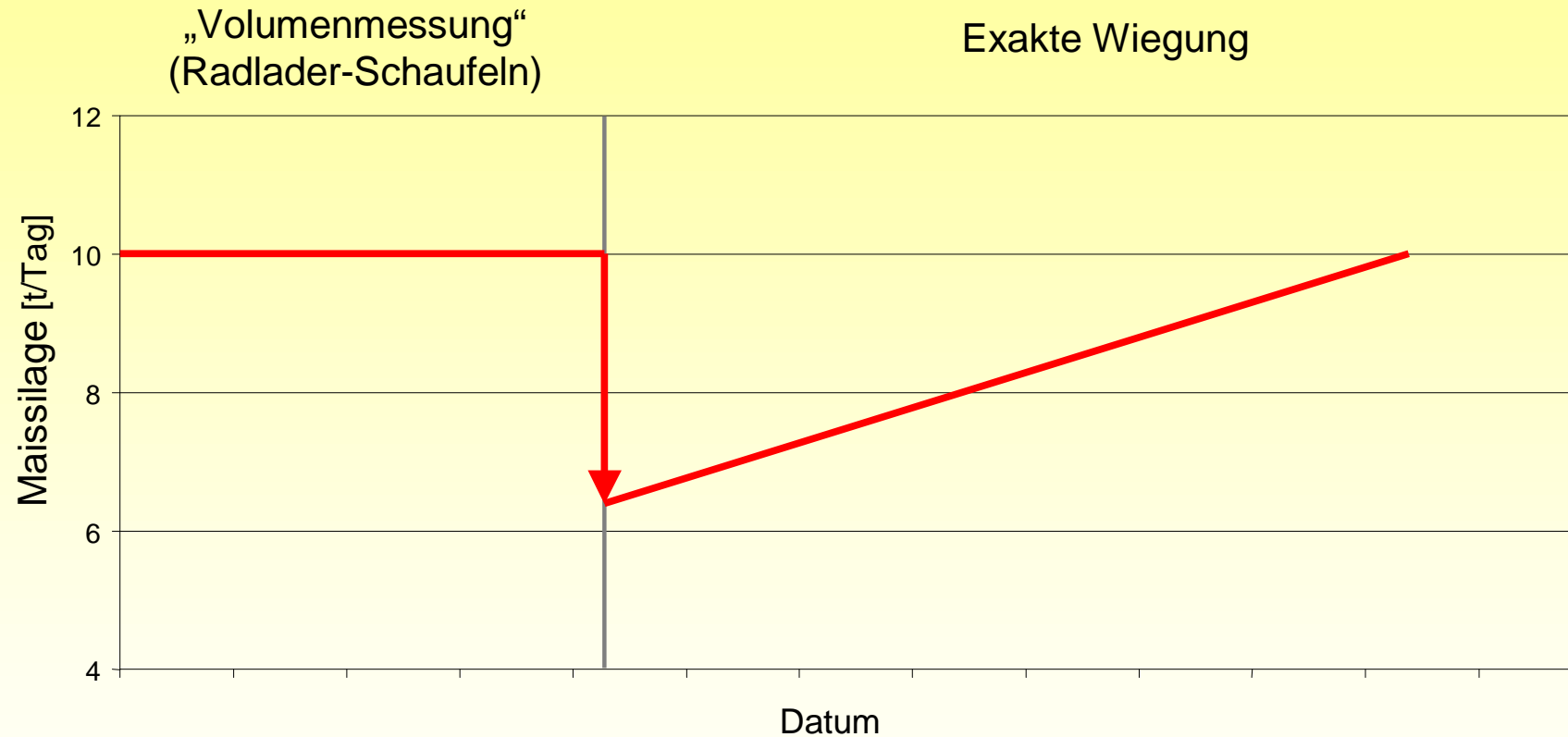
Steigerung der Gasausbeute um 5 Vol%

Gasertrag	Masse	TM	oTM	I <sub>N</sub> /kg oTM	m <sub>N</sub> <sup>3</sup> /t	CH <sub>4</sub>		m <sub>N</sub> <sup>3</sup>	
Rindergülle (mit Futterresten)	2.400 t	8,4%	85%	36	26,6	5%	}		
Maissilage körnerreich	4.496 t	33,0%	96%	60	208,9	9%			
Getreide (Futterware)	365 t	87,0%	98%	78	669,5	12%			
<b>Bruttoenergieerzeugung</b>	Energiegehalt Substrat			5,26 kWh/m <sup>3</sup>		kWh/a		<b>6.560.783</b>	

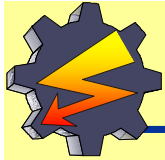
Gewinnsteigerung: **15.164 € (38%)**



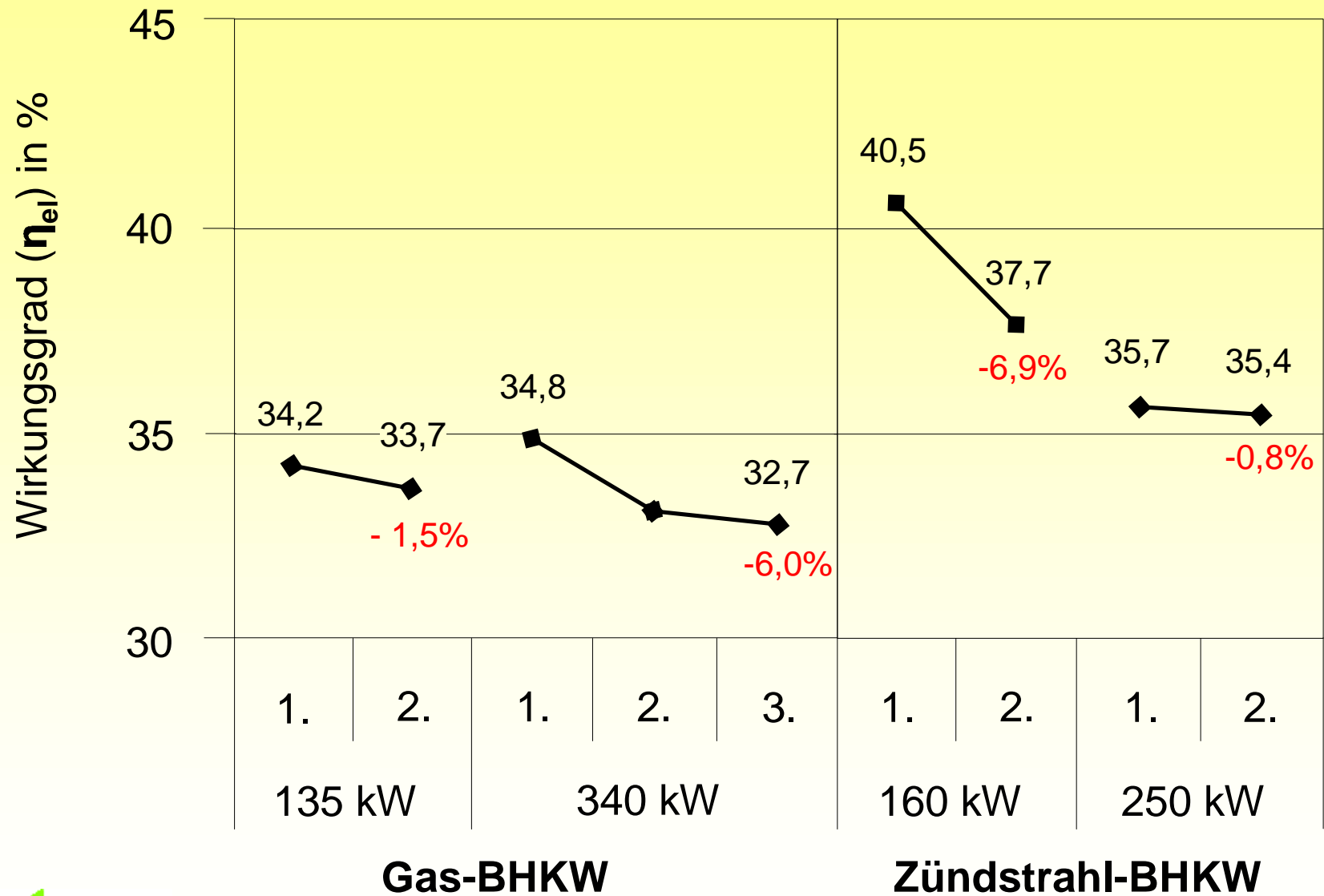
# Ergebnisse eine Praxisanlage

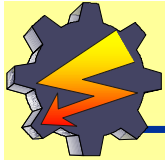


Ohne exakte Einwaage befindet sich die Anlage im Blindflug

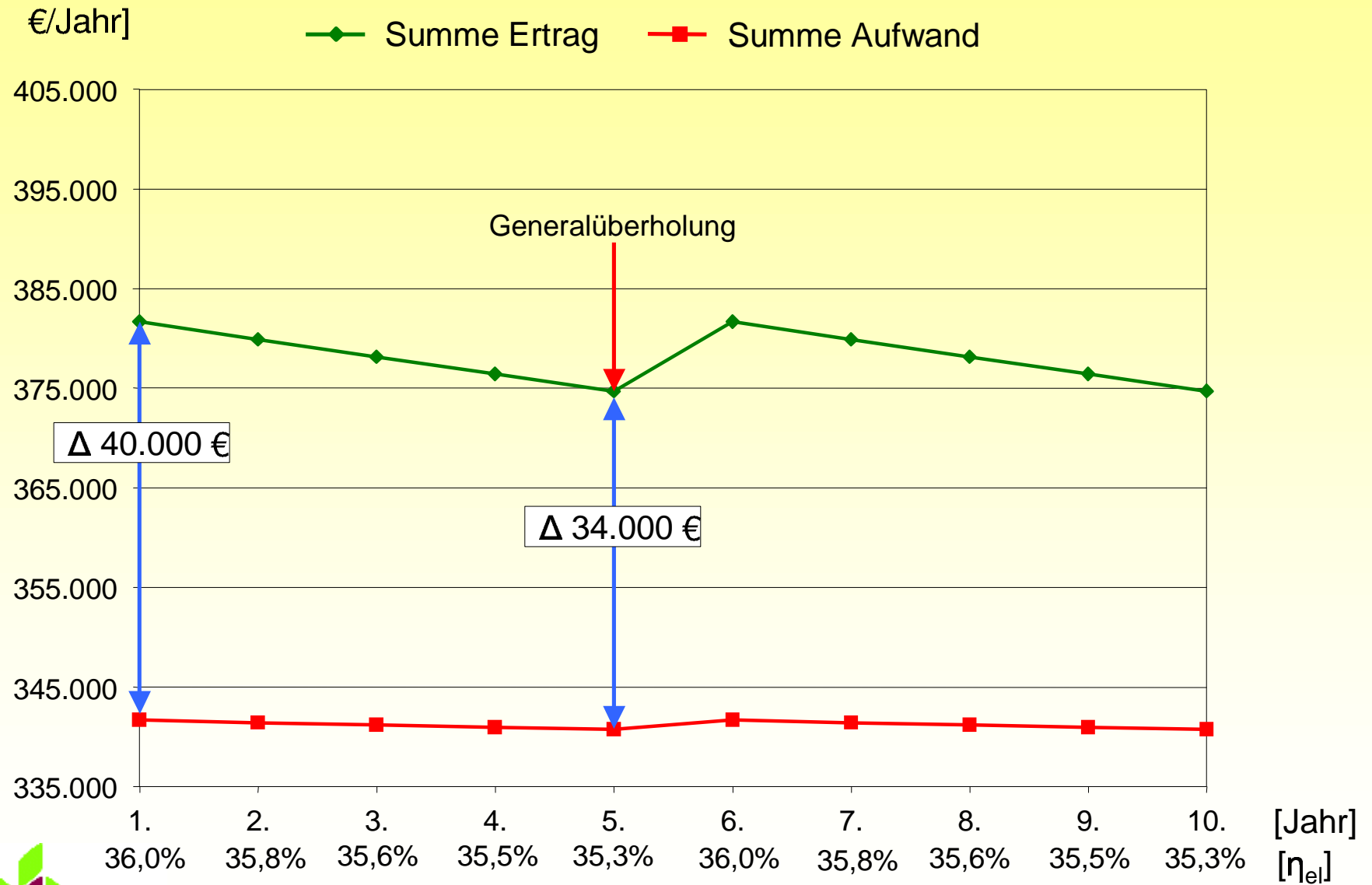


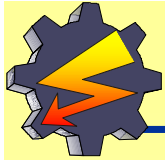
# $\eta_{el}$ über die Messdauer (ca. 1 Jahr)



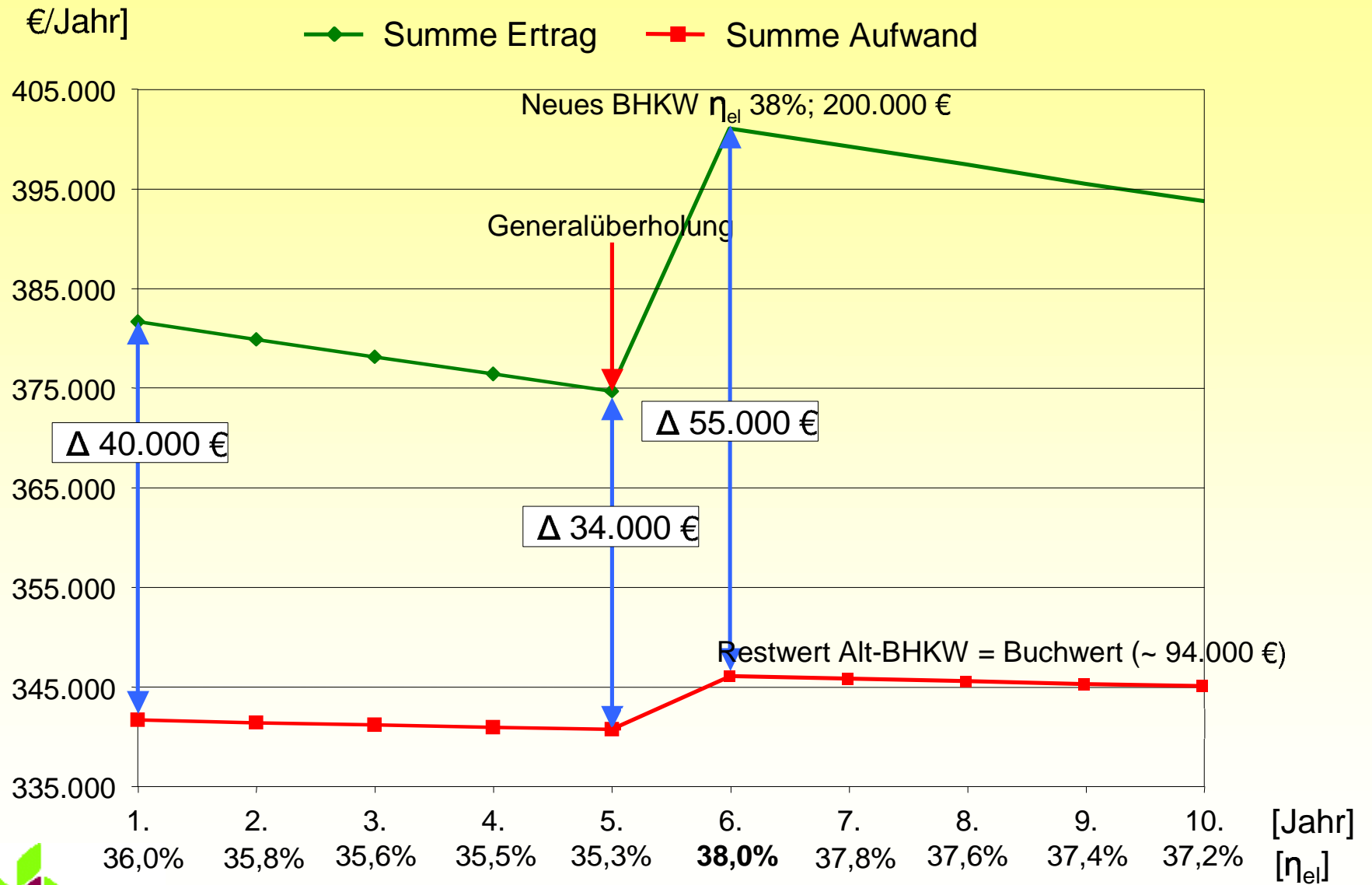


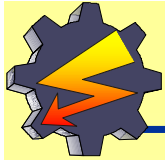
# Einfluss des Wirkungsgrades



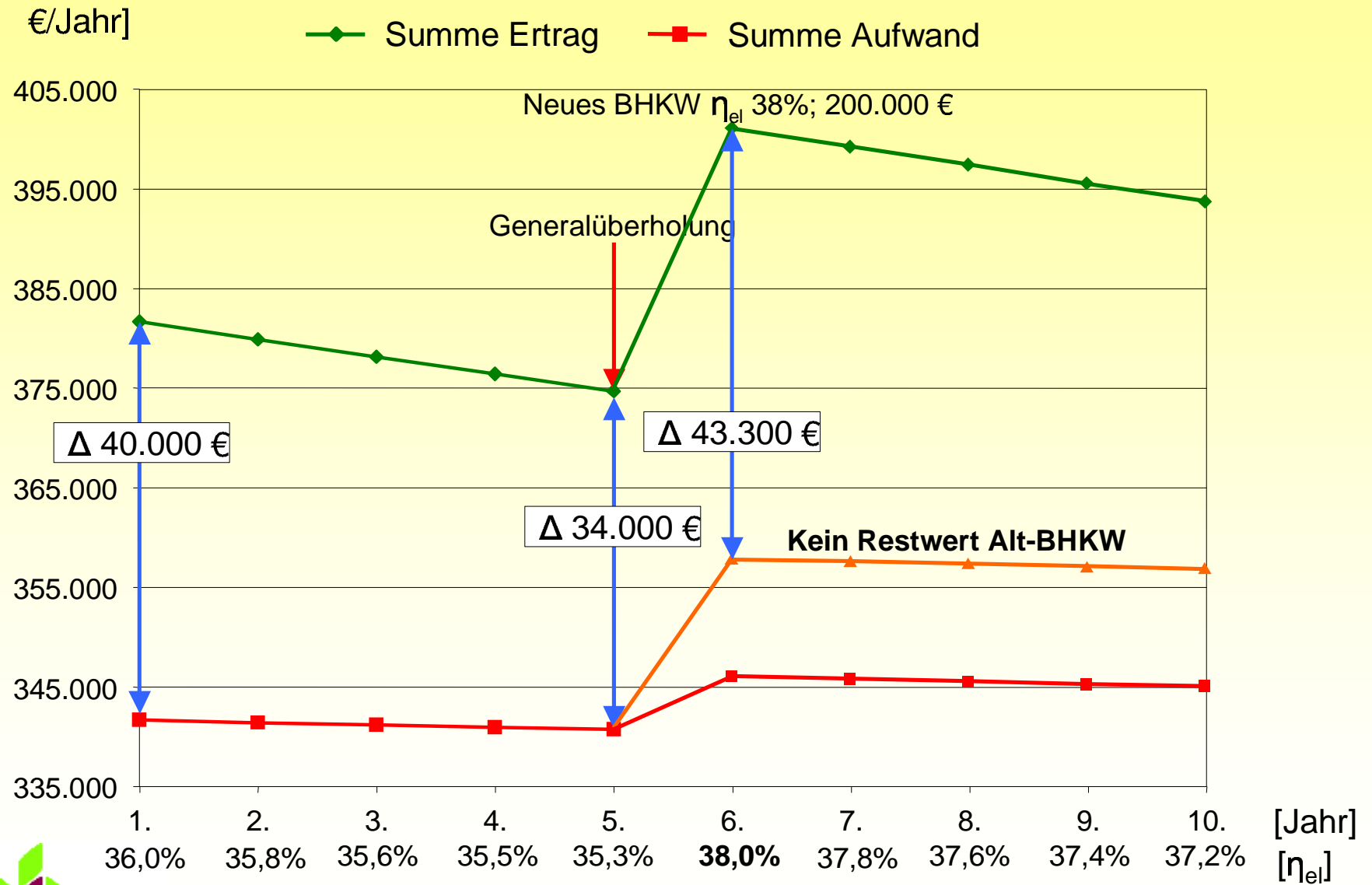


# BHKW-Austausch

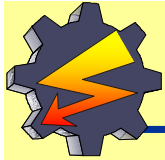




# BHKW-Austausch







# BHKW-Ausfall

## Einnahme - Ausfall aus Stromverkauf pro Volllaststunde

$$300 \text{ kWh}_{\text{el}} - 2,5\%^{*}) \text{ Prozessenergie}_{\text{el}} = 293 \text{ kWh}_{\text{el}}$$

$$293 \text{ kWh}_{\text{el}} \times 16,68 \text{ Ct/kWh}_{\text{el}} = 48,79 \text{ €}$$

## nicht angefallene BHKW-Wartung

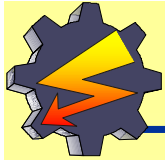
$$300 \text{ kWh}_{\text{el}} \times 1,20 \text{ Ct/kWh}_{\text{el}} = - 3,60 \text{ €}$$

---

$$\text{Verlust} = 45,19 \text{ €/h}$$

**Pro Ausfalltag sind das rund 1.000 € !**

\*)1% Leitungs- und Transformationsverluste  
1,5% Eigenstrombedarf BHKW



# Strompreis - elektrische Prozessenergie

Der Preis für elektrische Prozessenergie kann maximal die Mindestvergütungen erreichen



Im ungünstigsten Fall sind das **derzeit**



Grundvergütung:	11,50 Ct/kWh <sub>el</sub>	} <b>19,50 Ct/kWh<sub>el</sub></b>
NawaRo-Bonus:	6,00 Ct/kWh <sub>el</sub>	
Technologie-Bonus:	2,00 Ct/kWh <sub>el</sub>	

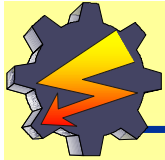
Im ungünstigsten Fall sind das **ab 2009 (?)**

Grundvergütung:	11,67 Ct/kWh <sub>el</sub>	} <b>21,67 Ct/kWh<sub>el</sub></b>
NawaRo-Bonus:	8,00 Ct/kWh <sub>el</sub>	
Technologie-Bonus:	2,00 Ct/kWh <sub>el</sub>	

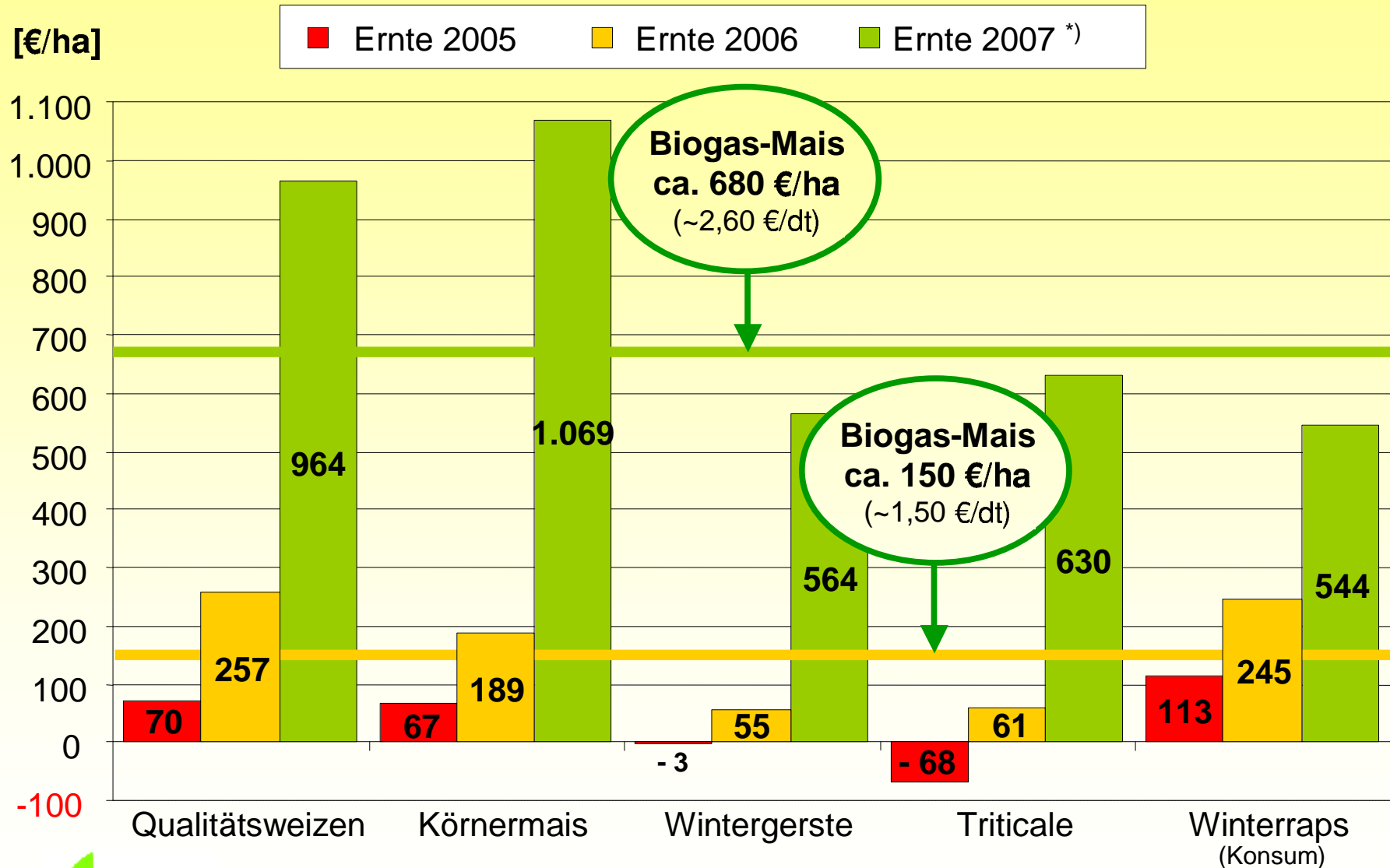
**Für die Beispielsanlage beträgt der max. Prozessenergiepreis**

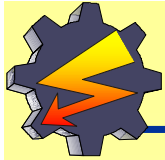
derzeit: 15,75 Ct/kWh<sub>el</sub>  + 21,15%  Gewinnminderung 4.330 € (11%)

ab 2009: 17,75 Ct/kWh<sub>el</sub>  + 36,52%  Gewinnminderung 7.479 €



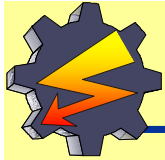
# Entwicklung der Ø-Deckungsbeiträge





# Bereitstellungskosten frei Fermenter

	<b>2006</b>	<b>2007</b>	Ø BKosten 2007 ~2/3 aus Ernte 2006 ~1/3 aus Ernte 2007
<b>Maissilage</b> (Gärrestrücknahme)			
Zukaufspreis ab Feld (netto)	14,00 €/t	23,50 €/t	
Ernte,Transport, Verluste	8,50 €/t	8,50 €/t	
<b>Summe</b>	<b>22,50 €/t</b>	<b>32,00 €/t</b>	<b>~26,00 €/t</b>
<b>Getreide</b>			
Zukaufspreis (netto)	95,00 €/t	175,00 €/t	
Lagerung, Transport, Verluste	5,00 €/t	5,00 €/t	
<b>Summe</b>	<b>100,00 €/t</b>	<b>180,00 €/t</b>	<b>~120,00 €/t</b>

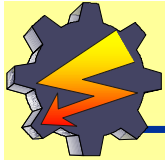


# Gewinnerwartung (2007)

Ertrag	Stromverkauf	376.594 €
	Wärmeverkauf/-nutzung	5.076 €
	Gärrest (Erlös – Kosten)	-
	<b>Summe</b>	<b>381.670 €</b>

Aufwand	<b>Anschaffungskosten</b>	<b>900.000 €</b>
	Festkosten BG-Anlage	90.468 €
	Variable Kosten BG-Anlage	86.913 €
	Rohstoffkosten	164.288 €
<b>Summe</b>	<b>341.670 €</b>	

<b>Gewinn</b>	<b>40.000 €</b>
---------------	-----------------



# Gewinnerwartung (2008)

Bereitstellung Rohstoff 82 €/t TM  $\xrightarrow{+ 24 \text{ €/t}}$  106 €/t TM

Ertrag	Stromverkauf	376.594 €
	Wärmeverkauf/-nutzung	5.076 €
	Gärrest (Erlös – Kosten)	-
	<b>Summe</b>	<b>381.670 €</b>

Aufwand	<b>Anschaffungskosten</b>	<b>900.000 €</b>
	Festkosten BG-Anlage	90.468 €
	Variable Kosten BG-Anlage	86.913 €
	Rohstoffkosten	213.326 €
<b>Summe</b>	<b>390.544 €</b>	

<b>Gewinn</b>	<b>- 8.874 €</b>
---------------	------------------



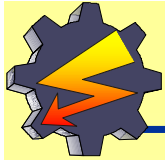
# Gewinnschwelle

---

(Strom-) Erlöse aus dem Substrat

- variable Kosten Biogasanlage
  - feste Kosten der Biogasanlage
- 

> Bereitstellungskosten Substrat

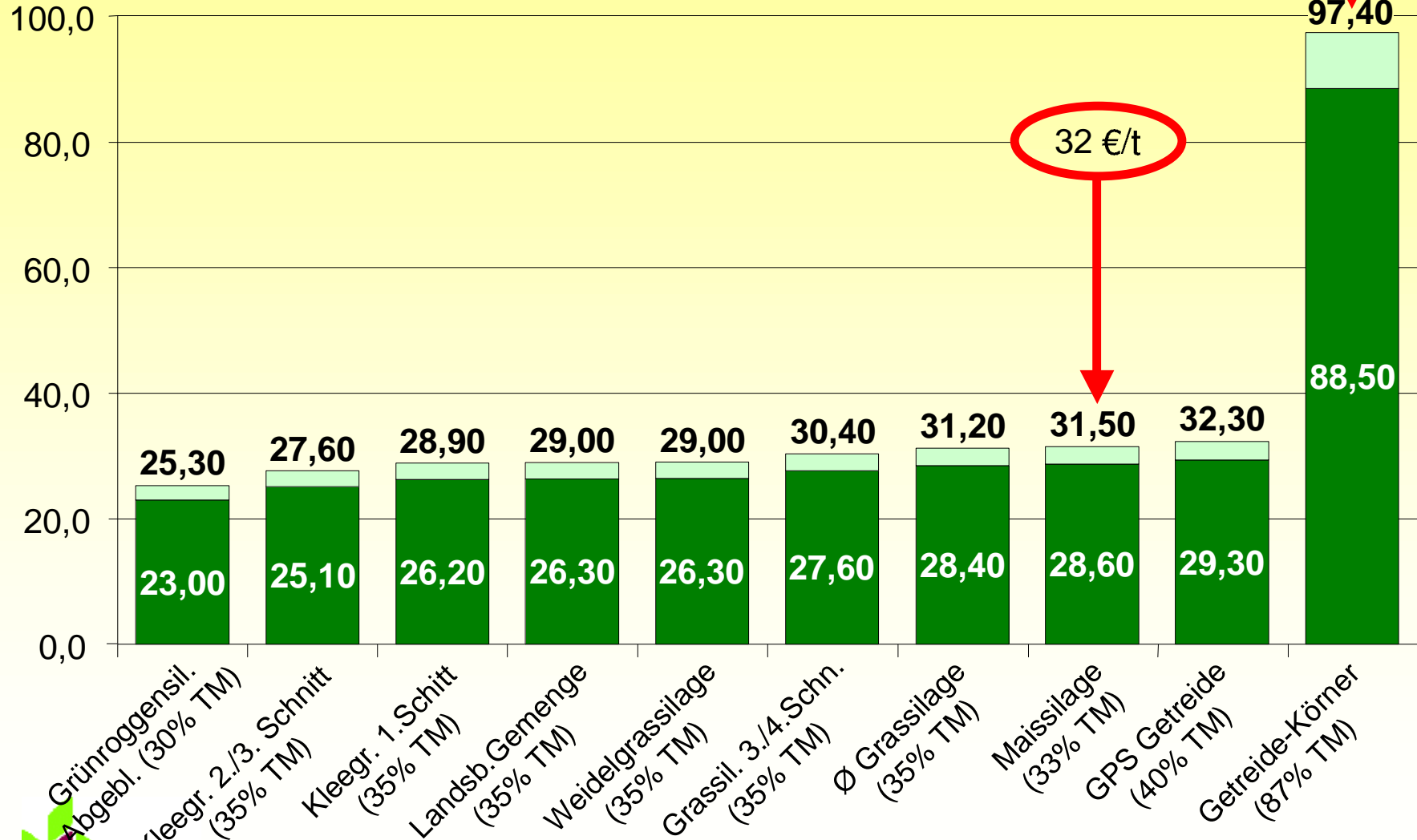


# Gewinnschwelle

## Max. Substratkosten frei Fermenter

(Betriebskosten 4 Ct/kWh<sub>el</sub>; feste Kosten 4,5 Ct/kWh<sub>el</sub>;  $\eta_{el}$  36%, 16,50 Ct/kWh<sub>el</sub>)

[€/t FM]





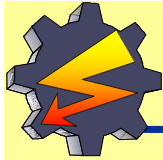


# Mögliche Anpassungsreaktionen

---

## Kurzfristig

1. Verzicht auf Getreide
2. Substitution von Getreide durch Maissilage - wenn die Anlagentechnik es zulässt!



# Gewinnerwartung (2008)

## Substitution von Getreide durch Maissilage (1.170 t FM)

Ertrag	Stromverkauf	376.594 €
	Wärmeverkauf/-nutzung	5.076 €
	Gärrest (Erlös – Kosten)	-
	<b>Summe</b>	<b>381.670 €</b>

Aufwand	<b>Anschaffungskosten</b>	<b>900.000 €</b>
	Festkosten BG-Anlage	90.468 €
	Variable Kosten BG-Anlage	86.913 €
	Rohstoffkosten	184.896 €
<b>Summe</b>	<b>362.278 €</b>	

<b>Gewinn</b>	<b>19.392 €</b>
---------------	-----------------



# Mögliche Anpassungsreaktionen

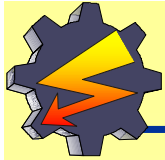
---

## **Kurzfristig**

1. Verzicht auf Getreide
2. Substitution von Getreide durch Maissilage - wenn die Anlagentechnik es zulässt!

## **Mittelfristig**

1. Substitution von Maissilage durch Grassilage - **Anlagentechnik ?**



# Gewinnerwartung (2008)

**Substitution von 1.000 t Maissilage durch  
1.017 t Grassilage (30 €/ t FM)**

Ertrag	Stromverkauf	376.594 €
	Wärmeverkauf/-nutzung	5.076 €
	Gärrest (Erlös – Kosten)	-
	<b>Summe</b>	<b>381.670 €</b>

Aufwand	<b>Anschaffungskosten</b>	<b>900.000 €</b>
	Festkosten BG-Anlage	90.468 €
	Variable Kosten BG-Anlage	86.913 €
	Rohstoffkosten	183.407 €
<b>Summe</b>	<b>360.789 €</b>	

<b>Gewinn</b>	<b>20.881 €</b>
---------------	-----------------



# Steigerung der Raumbelastung

---

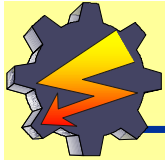
Die Steigerung der Raumbelastung ist aus ökonomischer Sicht sinnvoll, wenn

(Strom-) Erlöse aus dem Substrat

- variable Kosten Biogasanlage

---

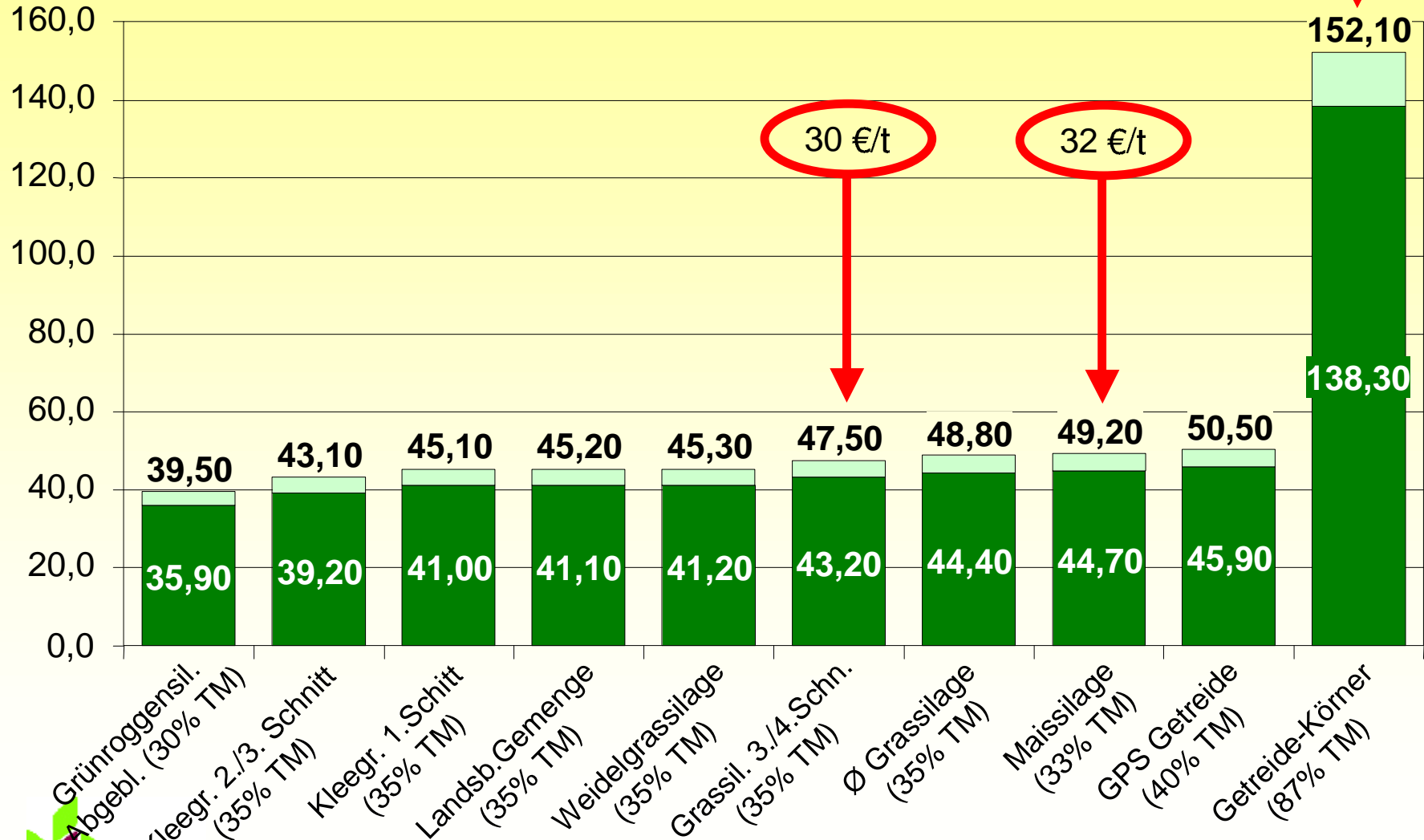
> Bereitstellungskosten Substrat

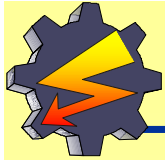


# Produktionsschwelle

Max. Substratkosten frei Fermenter  
(Betriebskosten 4 Ct/kWh<sub>el</sub>;  $\eta_{el}$  36%, 16,50 Ct/kWh<sub>el</sub>)

[€/t FM]





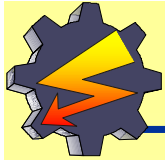
# Steigerung der Raumbelastung

- Modellanlage -


Gasertrag	Masse	TM	oTM	$I_N$ /kg oTM	$m_N^{3/t}$ FM	$CH_4$	} $m_N^3$	<b>1.178.937</b>
Rindergülle (mit Futterresten)	2.400 t	8,5%	85%	350	25,3	55%		
Maissilage körnerreich	4.666 t	33,0%	96%	630	199,0	53%		
Grassilage (3./4. Schnitt)	1.017 t	35,0%	88%	610	186,6	55%		
<b>Bruttoenergieerzeugung</b>	Energiegehalt Substrat			5,26 kWh/m <sup>3</sup>		kWh/a		<b>6.248.365</b>



Maissilage	4.666 t		5.116 t
Verweilzeit	104 Tage		96 Tage
Raumbelastung	2,33 kg	+ 10 %	2,57 kg
Volllastbetrieb	7.500 Std.		<b>8.267 Std.</b>



# Gewinnerwartung (2008)

Raumbelastung: 2,33 **+ 10%**  **2,57 kg oTM/(m<sup>3</sup>\*d)**

Ertrag	Stromverkauf	412.567 €
	Wärmeverkauf/-nutzung	5.076 €
	Gärrest (Erlös – Kosten)	-
	<b>Summe</b>	<b>417.643 €</b>

Aufwand	<b>Anschaffungskosten</b>	<b>900.000 €</b>
	Festkosten BG-Anlage	90.468 €
	Variable Kosten BG-Anlage	91.781 €
	Rohstoffkosten	203.250 €
	<b>Summe</b>	<b>385.500 €</b>

<b>Gewinn</b>	<b>32.143 €</b>
---------------	-----------------