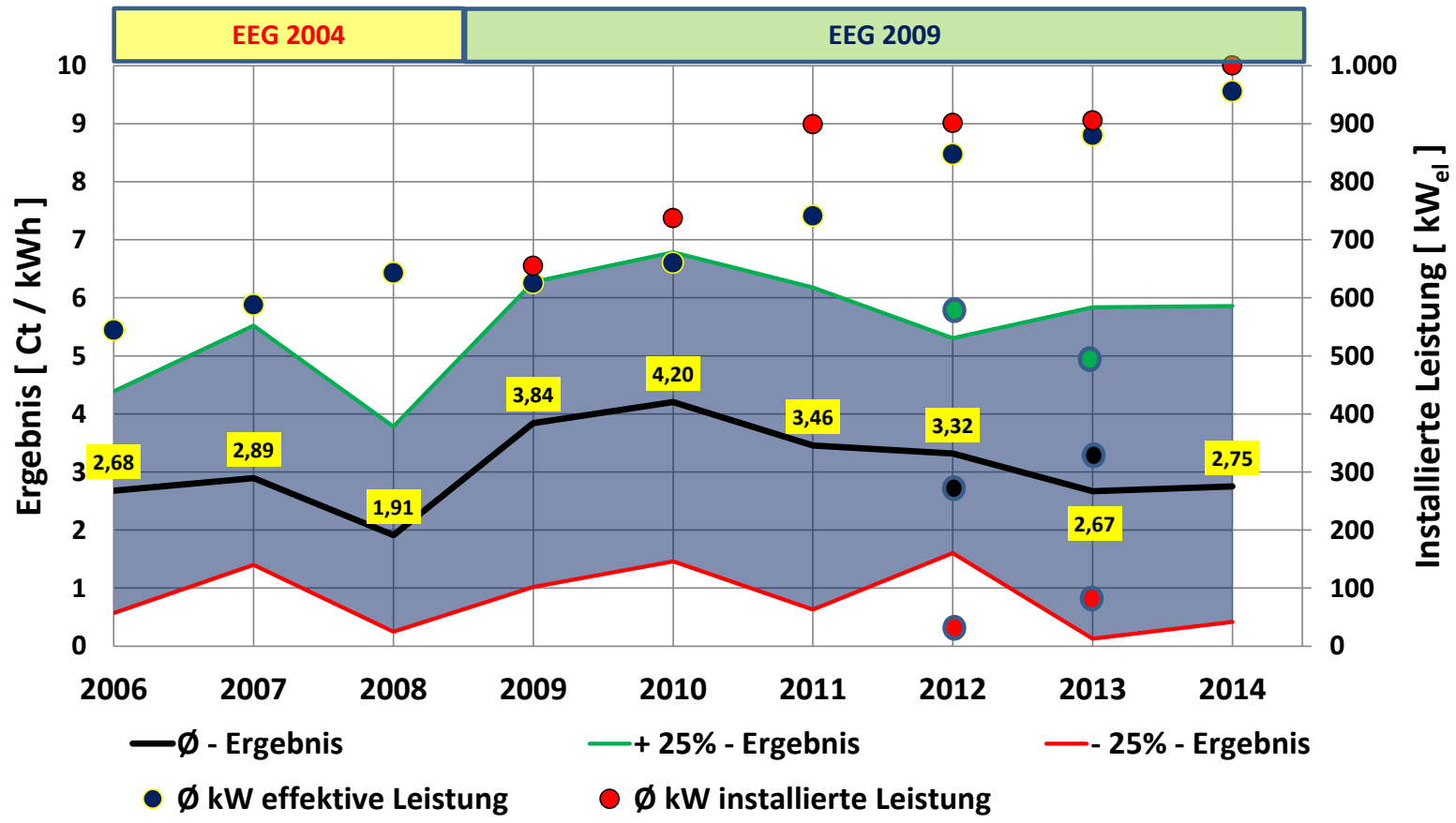


Aktuelle Situation auf den Biogasanlagen in Niedersachsen

Biogasforum Niedersachsen, Plenarsitzung 2016

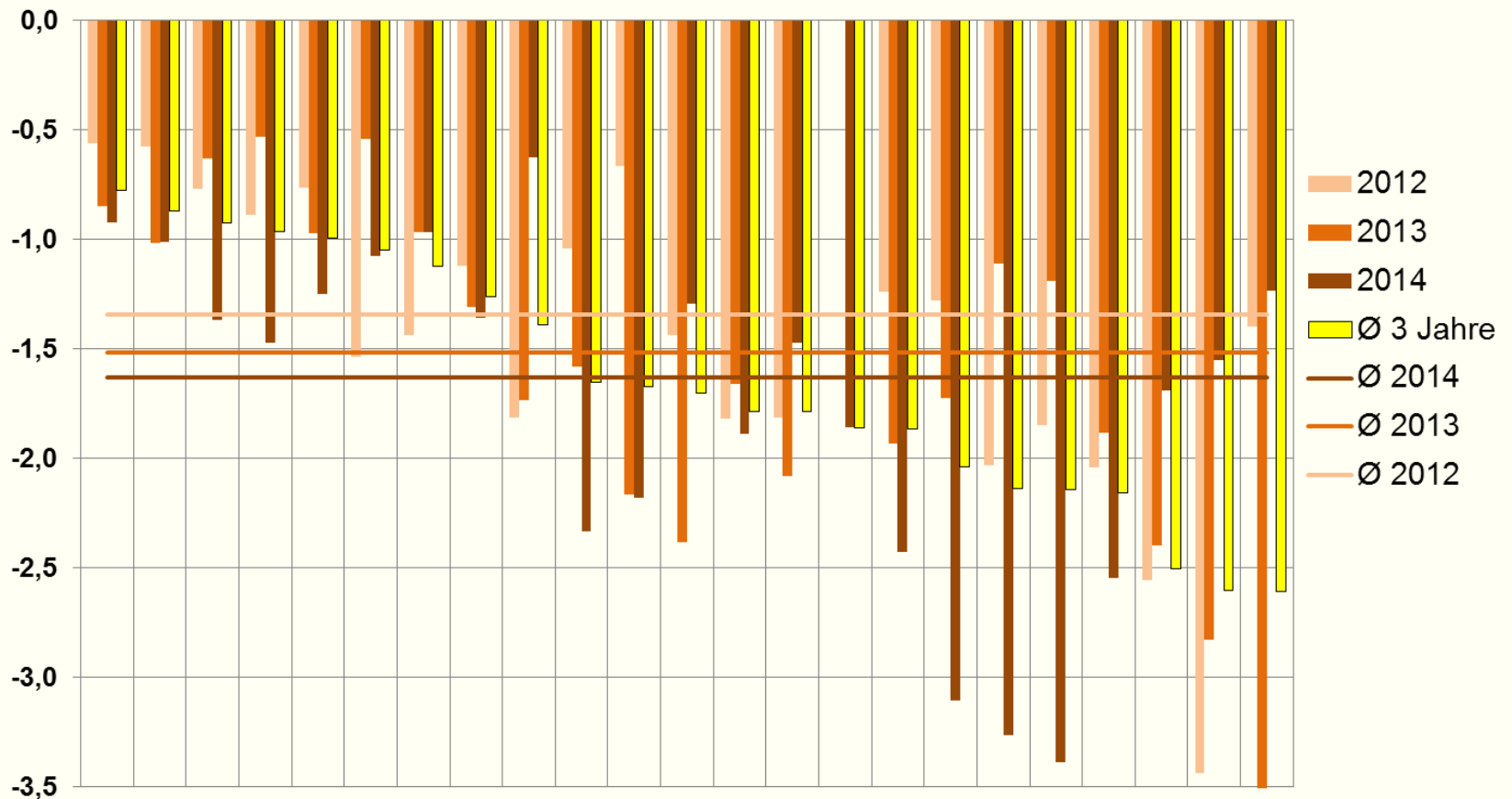
1. Ergebnisse mittelgroßer Anlagen 2006 – 2014 (LWK Niedersachsen)
2. Kostenspreizung als Ursache von Gewinnspreizung
3. Investition und Wachstum unter verschiedenen EEG-Novellen
4. Die Rolle der effizienten Substratumsetzung bei der Gewinnerzielung
5. Die Rolle der (Bonus-) Auslegung bei der Gewinnerzielung
 - a) KWK (Trocknung von Gärresten, Wärmenetze)
 - b) Trockenfermentation
6. Substitution von Substraten
7. Lagerraumproblem lösen
8. Biogasanlage als „Güllezentrale“
9. Flexentscheidung: kleiner, mittlerer oder großer Ersatz

Ergebnisentwicklung und Wachstum von Biogasanlagen mittlerer Größe in Niedersachsen (Kohorte 2004)

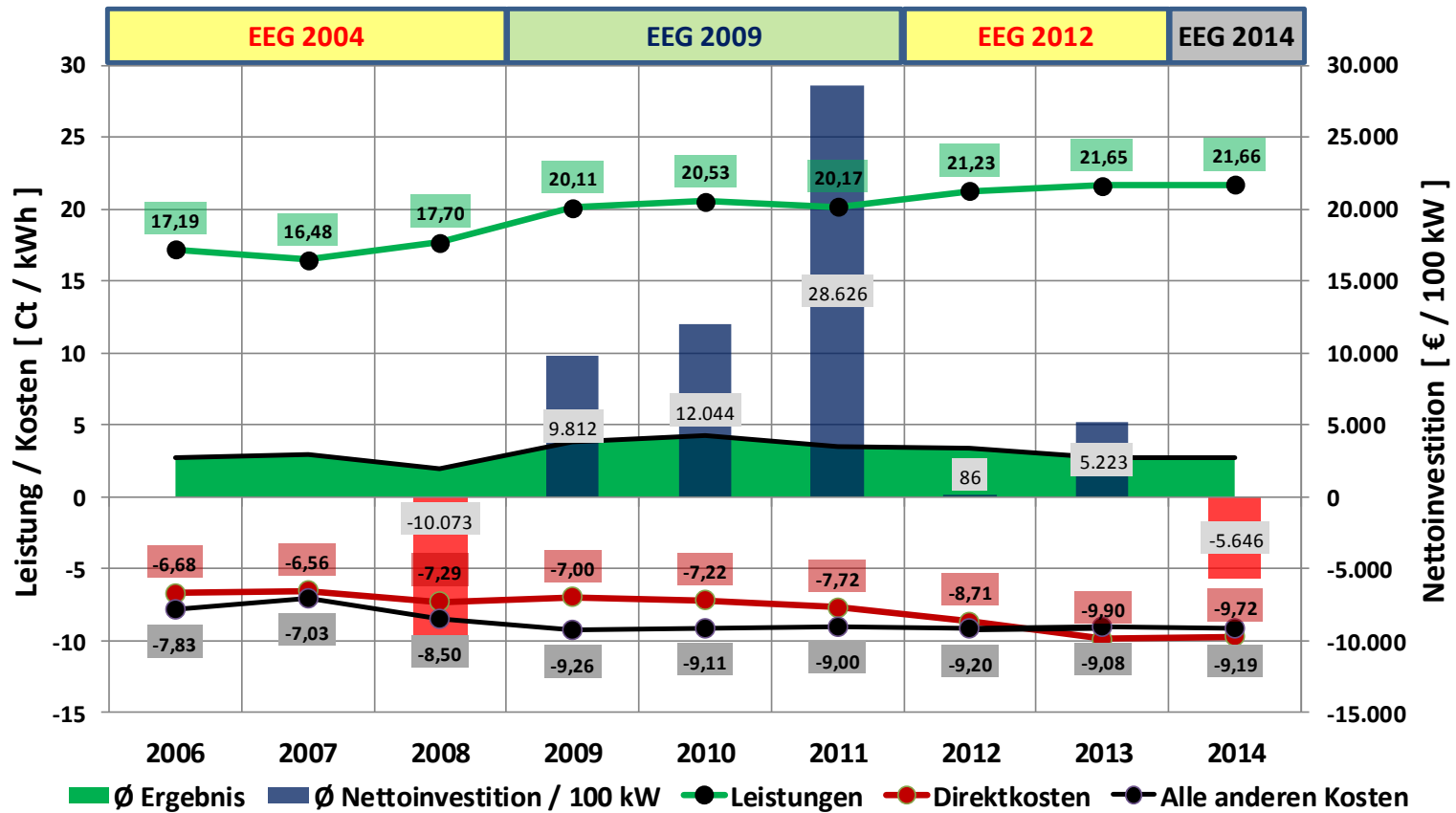


Unterhaltungsaufwand 2012 - 2014

Ct / kWh (ohne Fahrsilo)

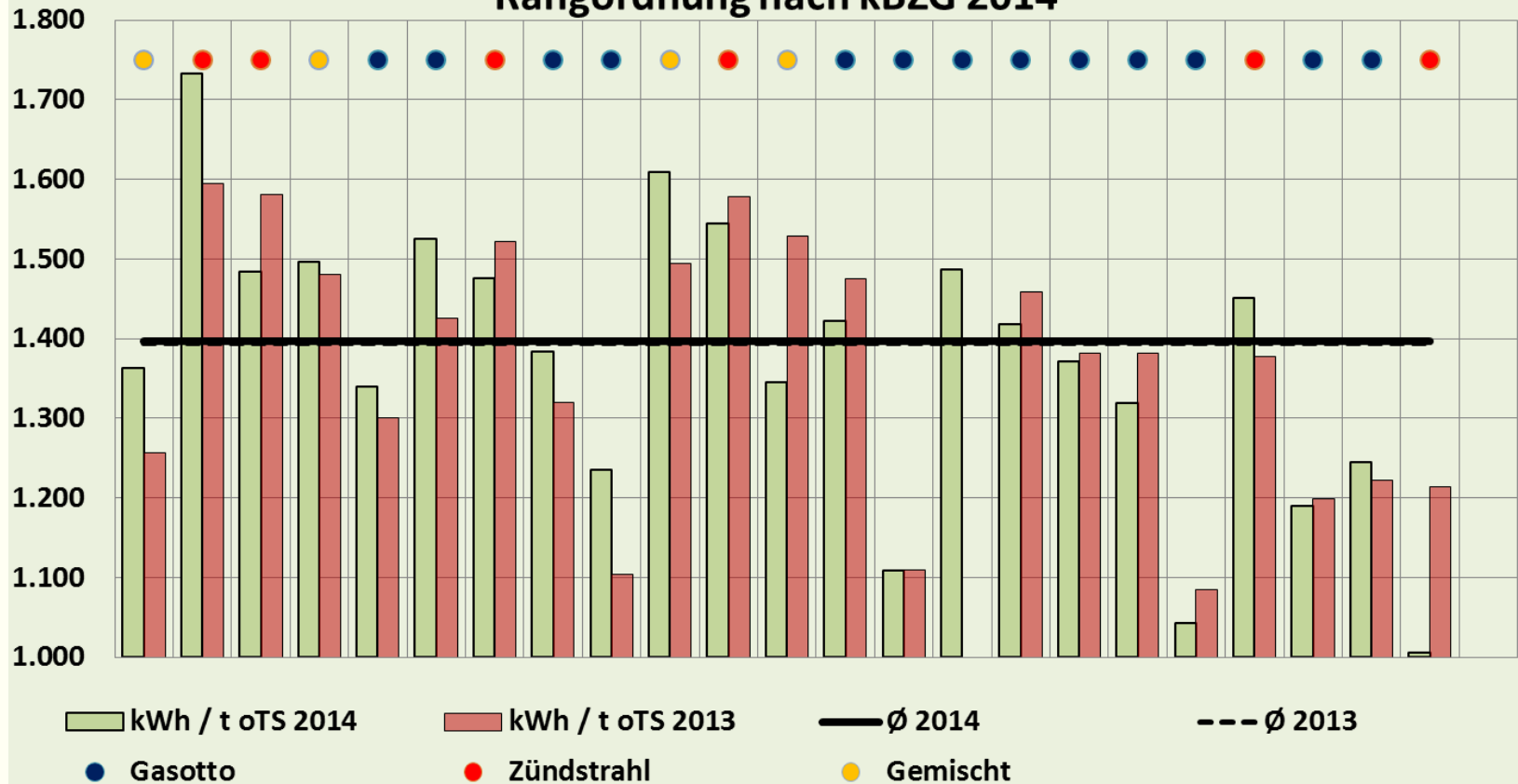


Einfluss des Vergütungssystems auf die Ø - Leistung und die Investitionstätigkeit (Kohorte 2004)



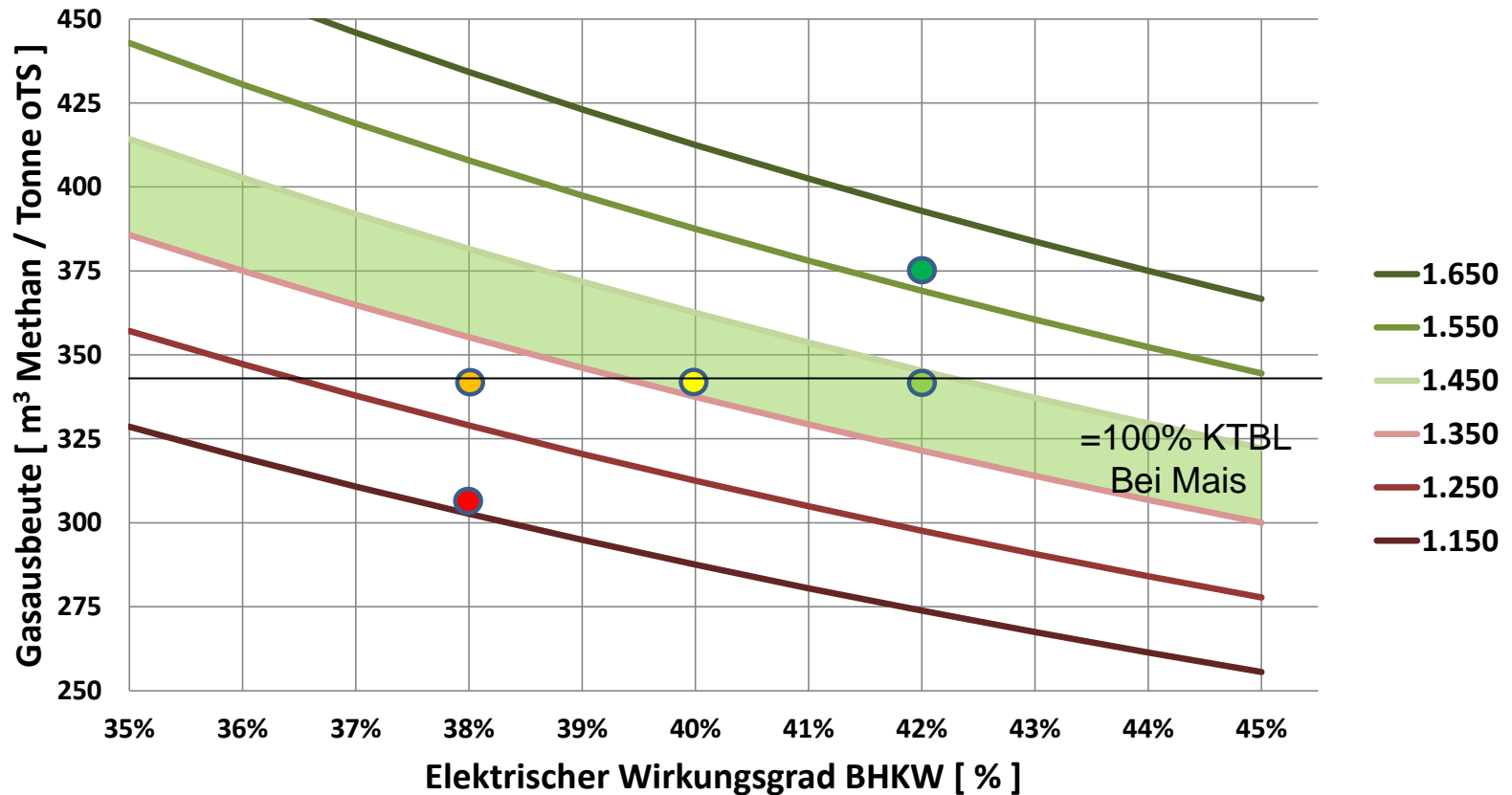
Effizienz der Stromerzeugung aus organischer Trockensubstanz kWh / t oTS

Rangordnung nach KBZG 2014

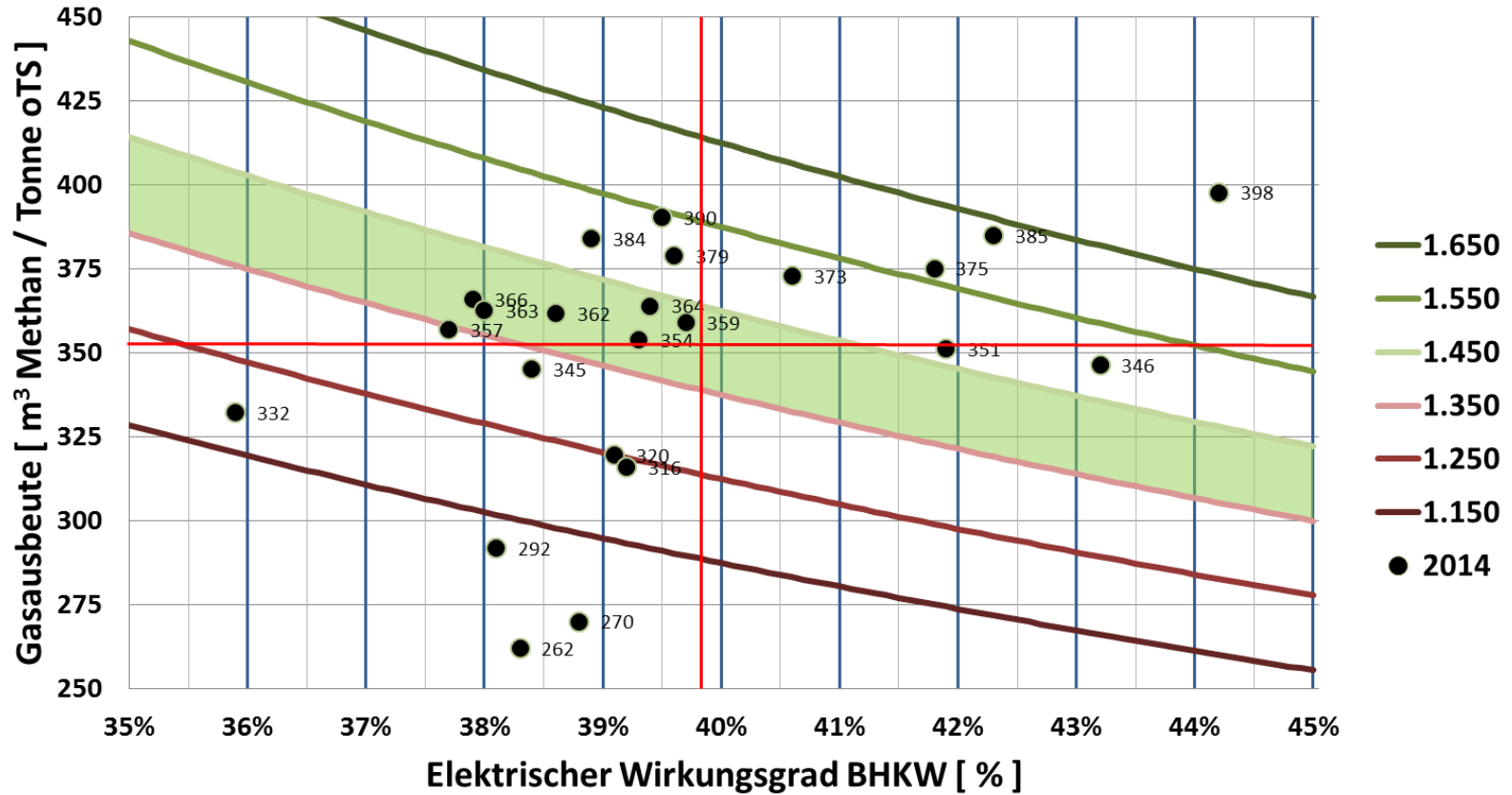


Stromausbeute je Tonne organischer Trockensubstanz

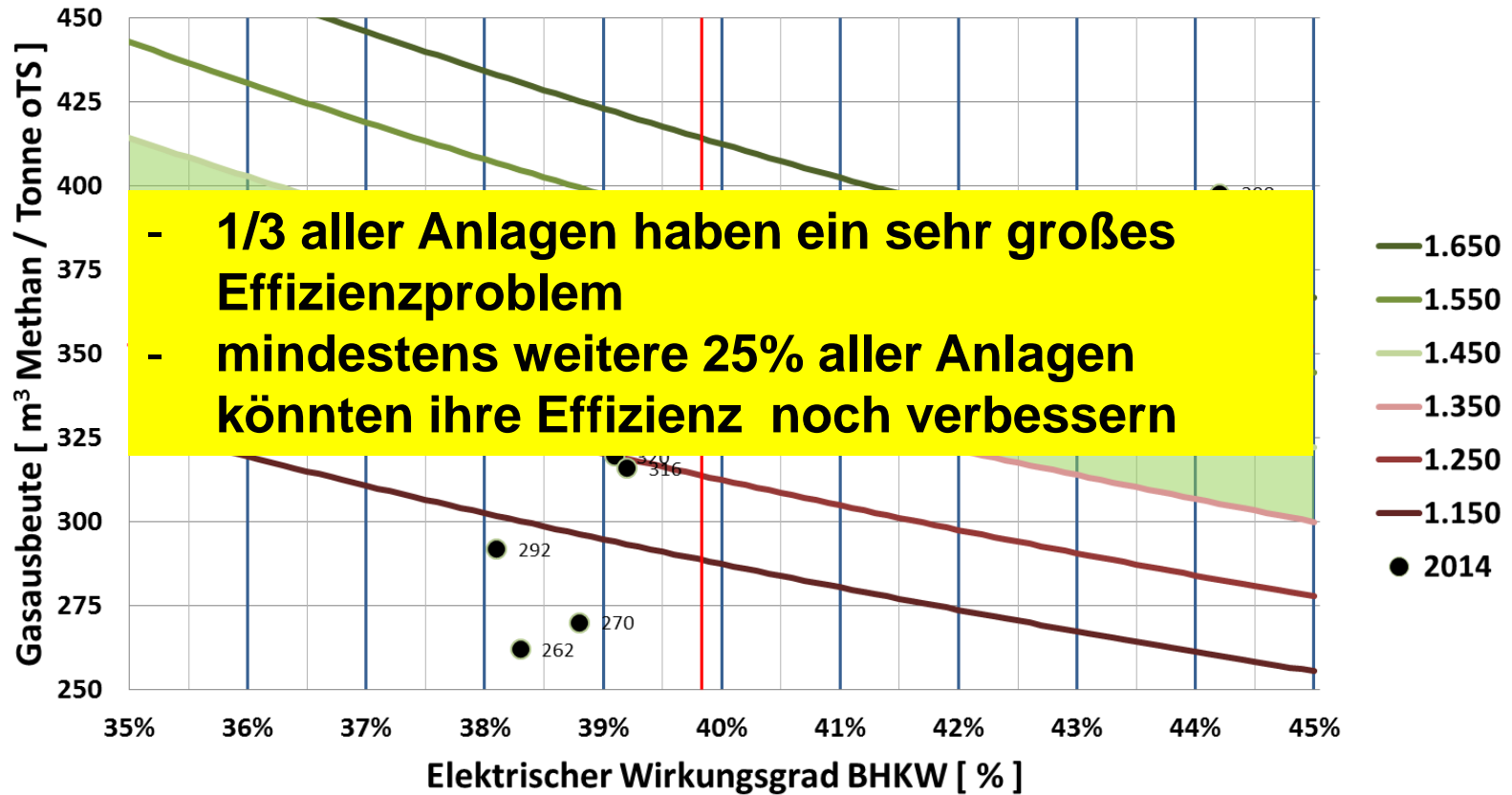
bei unterschiedlichen Gasausbeuten und elektrischen Wirkungsgraden
[kWh / Tonne oTS]



Stromausbeute je Tonne organischer Trockensubstanz bei unterschiedlichen Gasausbeuten und elektrischen Wirkungsgraden [kWh / Tonne oTS]

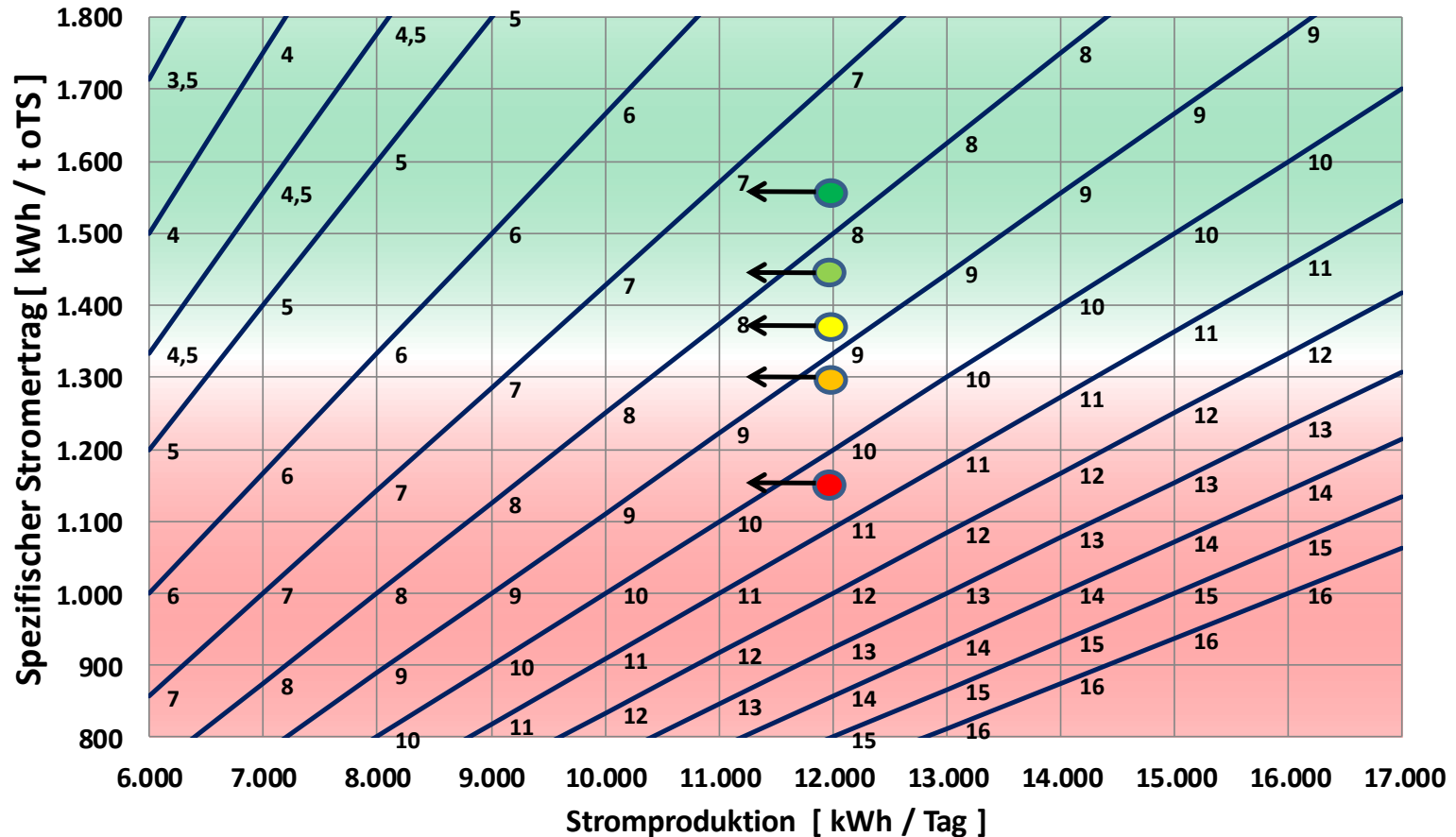


Stromausbeute je Tonne organischer Trockensubstanz bei unterschiedlichen Gasausbeuten und elektrischen Wirkungsgraden [kWh / Tonne oTS]



Aber senkt auch die Lagerprobleme!

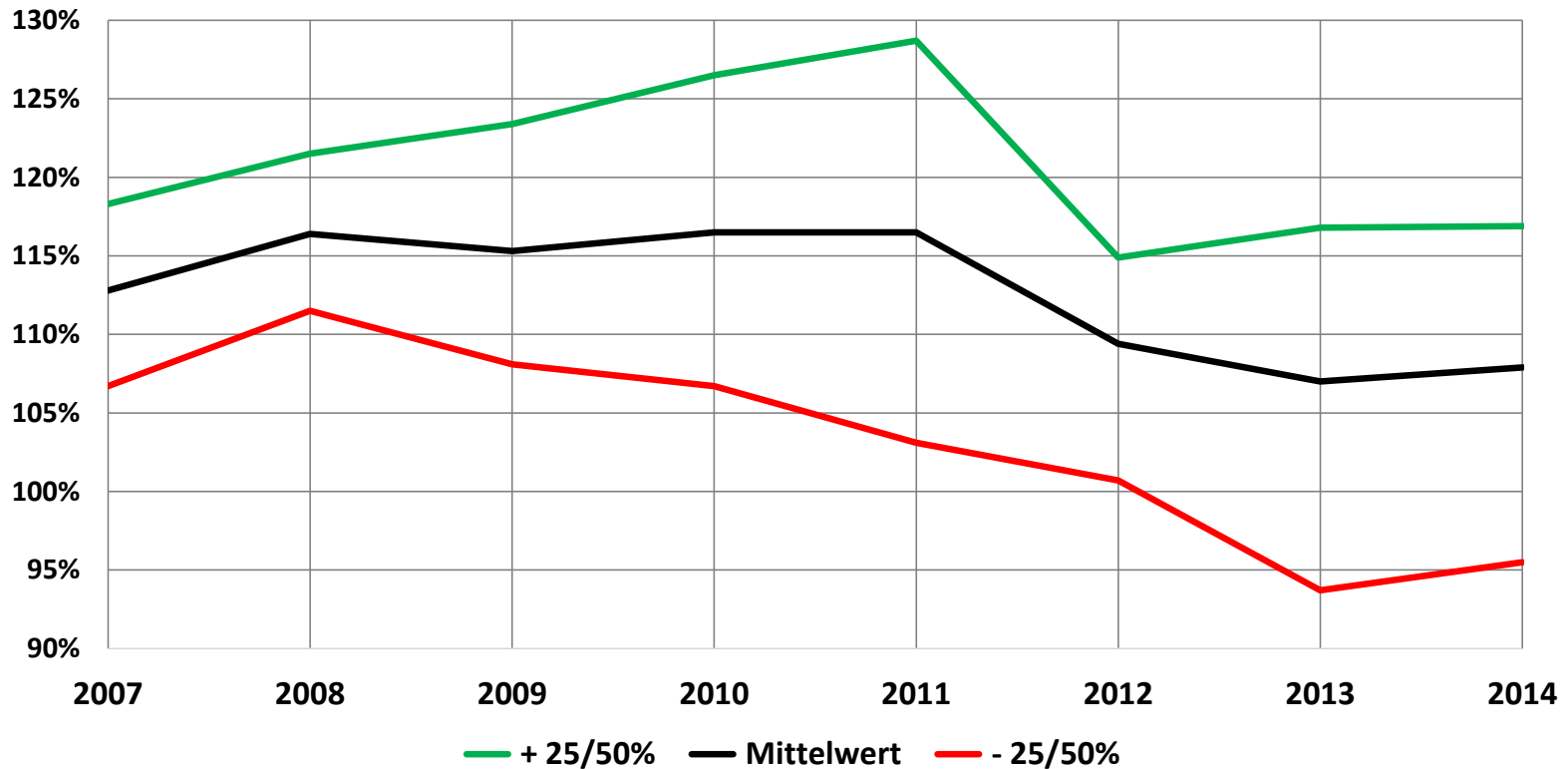
Leistungsbezogener Tagesverbrauch an Substrat [Tonnen oTS / Tag]



Gasausbeute 2007 - 2014

Sortierung Gasausbeute

[% KTBL]

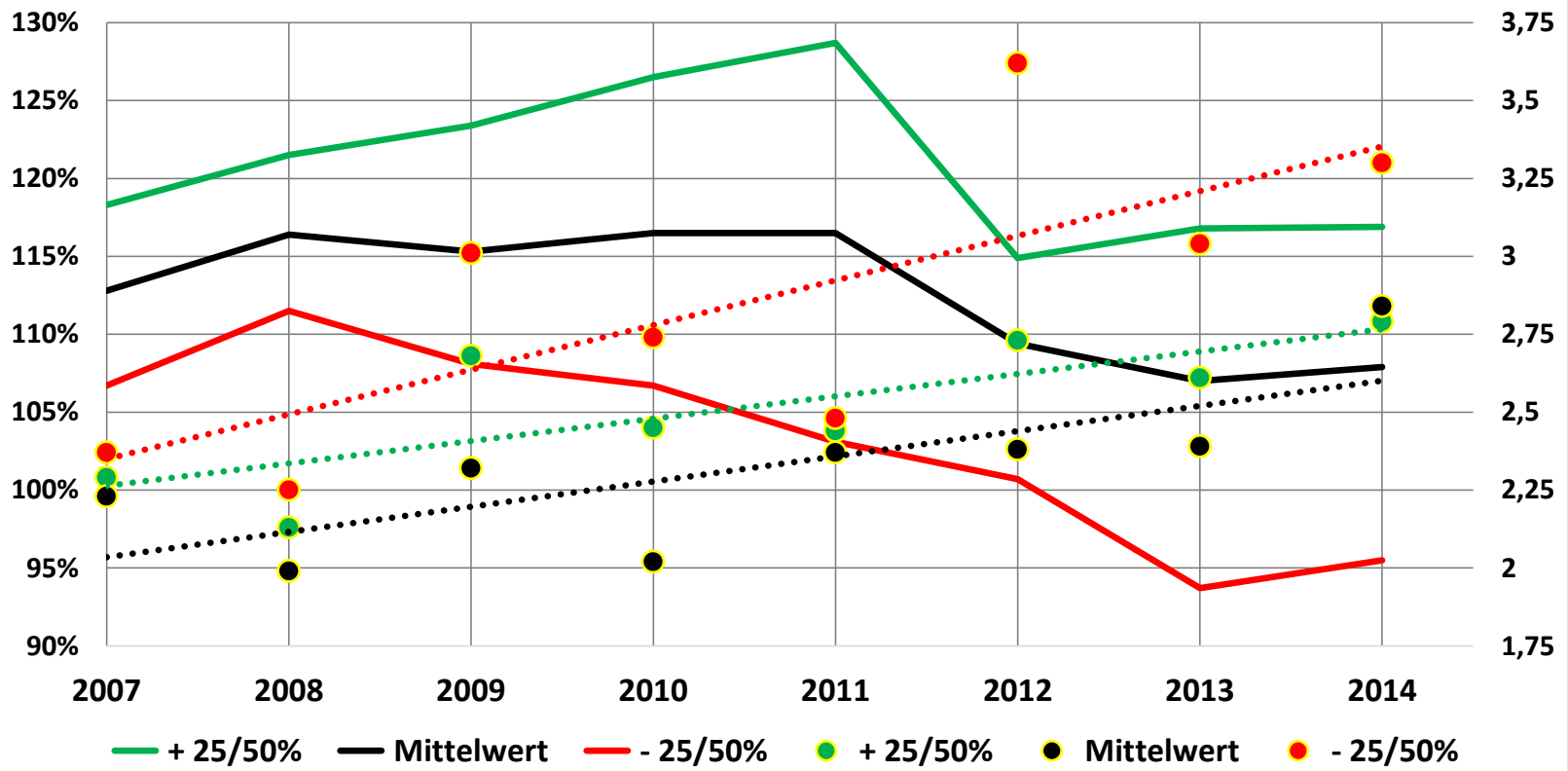


**Ja! 20% - 30% Raumverkleinerung in
7 Jahren = 3% - 5% pro Jahr**

Gasausbeute / Raumbelastung 2007 - 2014

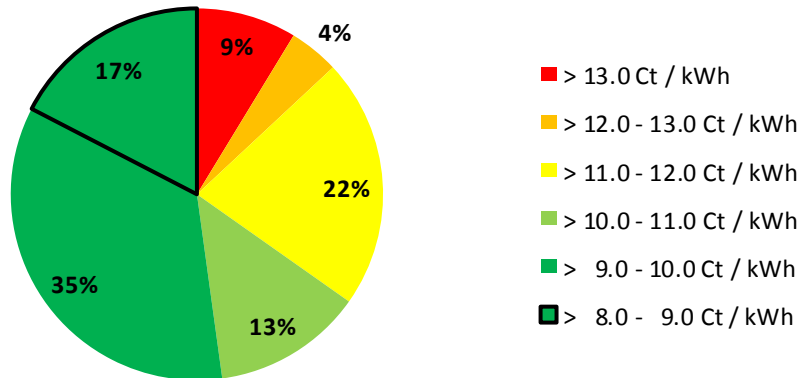
Sortierung Gasausbeute

[% KTBL / kg oTS / m³ Fermentervolumen]

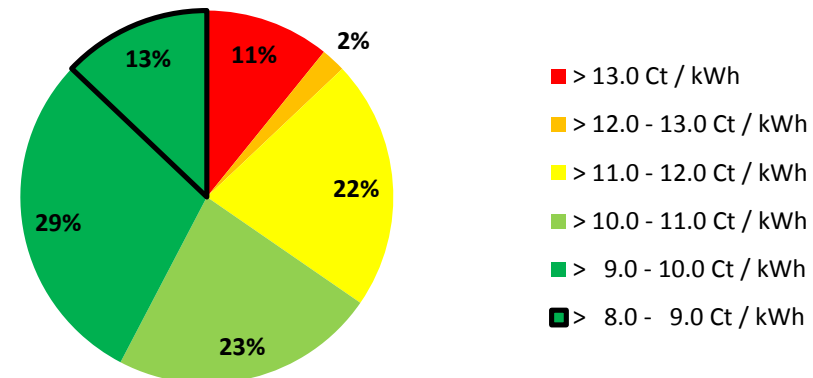


Vollkosten Substrat frei Anlage inklusive Gärrestaubsbringung

Anteil Anlagen



Anteil Stromproduktion



Der Durchschnitt liegt hier bei ca. 10,56 Ct / kWh, also ca. 0,8 Ct / kWh höher als die veränderlichen Substratkosten ohne Gärrestaubsbringung. Es kommt auf die betrachtete Situation an, welcher Wert in der Kalkulation Verwendung findet.

Welche Rolle spielt die Wärme?

Größe	Einheit	Ländliche Siedlung	Stallgebäude eigen	Gewerbliche Wärmesenke	Trocknung von Gärresten	Holztrocknung EEG 2004
Anschlüsse		40	2	1	1	1
Ø Leistung	kW	25	150	500	600	600
Netzlänge	m	2.000	300	150	50	50
Nettowärme	kWh	1.200.000	900.000	3.000.000	3.500.000	3.500.000
Verluste (2,3 kW/100m)	kWh	402.960	60.444	30.222	10.074	10.074
Verlustanteil EEG	%	33,6%	6,7%	1,0%	0,3%	0,3%
Invest abzüglich KfW-Förderung	€	558.000	125.000	50.000	350.000	100.000
Annuität (20/10 J; 3%)	€	37.506	8.402	3.361	41.031	11.723
Strom (1%, 18 Ct / kWh)	€	2.885	1.729		6.318	6.318
Unterhaltung (1,5/5% von Invest)	€	11.250	1.875	750	17.500	5.000
Verwaltung / Betriebskosten	€	4.000	1.000	1.000	4.000	1.000
Summe Kosten	€	55.642	13.006	5.111	68.849	24.041
Summe Kosten	Ct / kWh _{th}	4,64	1,45	0,17	1,97	0,69
Erlös	Ct / kWh_{th}	4,00	5,50	1,00		
KWK-Bonus (Stromzahl 0,9)	Ct / kWh_{th}	2,70	2,70	2,70	2,70	1,80
Gewinn	Ct / kWh _{th}	2,06	6,75	3,53	0,73	1,11
Gewinn	€	24.758	60.794	105.889	25.651	38.959
Gewinn	Ct / kWh_{el}	0,60	1,46	2,54	0,62	0,94

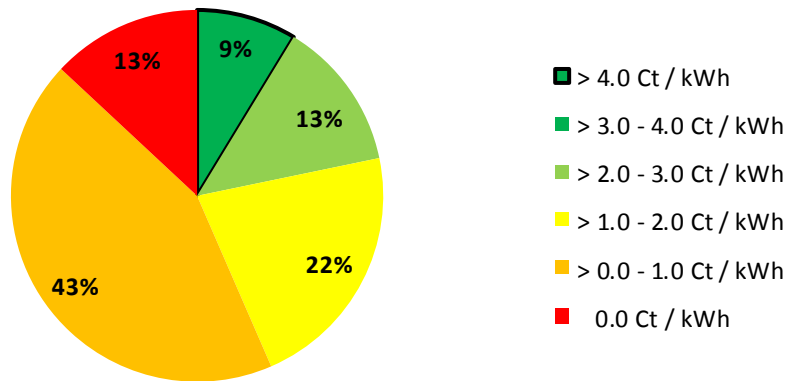
Und in Zukunft?

Größe	Einheit	Ländliche Siedlung	Stallgebäude eigen	Gewerbliche Wärmesenke
Anschlüsse		40	2	1
Ø Leistung	kW	25	150	500
Netzlänge	m	2.000	300	150
Nettowärme	kWh	1.200.000	900.000	3.000.000
Verluste (2,3 kW/100m)	kWh	402.960	60.444	30.222
Invest +10 (20% vom Urwert)	€	150.000	25.000	10.000
Annuität (10 J; 3%)	€	17.585	2.931	1.172
Strom (1%, 18 Ct / kWh)	€	2.885	1.729	
Unterhaltung (1,5% vom Urwert)	€	11.250	1.875	750
Verwaltung	€	4.000	1.000	1.000
Summe Kosten	€	35.720	7.535	2.922
Summe Kosten	Ct / kWh _{th}	2,98	0,84	0,10
Erlös	Ct / kWh_{th}	4,00	5,50	1,00
Gewinn	Ct / kWh _{th}	1,02	4,66	0,90
Gewinn	€	12.280	41.965	27.078
Gewinn	Ct / kWh_{el}	0,30	1,01	0,65

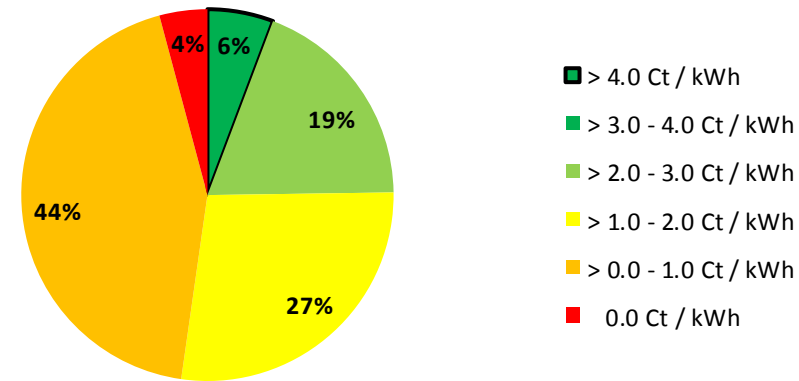
Nicht mehr rentabel:

- Holztrocknung
- Gärresttrocknung

Anteil Anlagen



Anteil Wärme



Die Auswertung bezieht sich auf den Ø Preis je kWh Bonuswärme je Anlage. Innerhalb der Anlage tritt Preisverwässerung durch Mischung von Wärmekonzepten unterschiedlicher Güte und Bonus bewehrte Verlustwärme auf.

Fazit:

- Wärme wird im Durchschnitt in „billige“ Nutzungsformen abgegeben
- Damit ist sie blockiert für marktgängige, werthaltige Verwendungen
- Nach dem EEG oder in EEG-Anschlussphasen kann diese Wärme nicht zur Wirtschaftlichkeit der Anlage beitragen

Ertragspotential einer 500 kW-Anlage

1. TF-Bonus: + 83.220,- € (95% Auslastung)
2. Einsparung Gärrestlager: 40.000,- € (80 € / m³ auf 10 Jahre)

Abzuarbeiten

1. Trockengülle (Mist, Geflügelmist, separierte Gülle)
 - a) Anlagentechnik (Rühren, Durchmischen)
 - b) Nährstoffbilanz
2. Auslegungshilfe Trockenfermentation
 - a) Gutachten
 - b) Stapelbare Substrate, $\emptyset > 30\%$ TS
 - c) Alle Gärrestlager gasdicht
 - d) Wärmenutzung verpflichtend
 - e) Raumbelastung $> 3,5$ kg oTS / m³
 - f) Essigsäureäquivalent in 10 von 12 Monaten < 1.000 mg/l

Ertragspotential einer 500 kW-Anlage

1. TF-Bonus: + 83.220,- € (95% Auslastung)
2. Einsparung Gärrestlager: 40.000,- € (80 € / m³ auf 10 Jahre)

Alle langjährig ausgewerteten Trockenfermentationsanlagen liegen in der oberen Hälfte, haben kaum Satelliten installiert und sind unterdurchschnittlich groß.

- a) Anlagentechnik (Rühren, Durchmischen)
- b) Nährstoffbilanz
2. Auslegungshilfe Trockenfermentation
 - a) Gutachten
 - b) Stapelbare Substrate, $\emptyset > 30\%$ TS
 - c) Alle Gärrestlager gasdicht
 - d) Wärmenutzung verpflichtend
 - e) Raumbelastung $> 3,5$ kg oTS / m³
 - f) Essigsäureäquivalent in 10 von 12 Monaten < 1.000 mg/l

Rationsveränderungen in der Zeit

	2014	2013	2012
Rindergülle	2,6%	2,9%	2,6%
Schweinegülle	1,5%	1,6%	1,9%
Rindermist	0,2%	0,2%	0,3%
Geflügelkot	2,4%	2,1%	1,7%
Silomais	79,1%	86,5%	88,3%
Grassilage	5,1%	3,1%	1,9%
Alternativen	0,0%	0,0%	0,1%
Ganzpflanzensilage	0,9%	0,4%	0,5%
Zuckerrüben	5,3%	2,1%	1,3%
Getreide / CCM	3,0%	1,1%	1,5%

Relative Vorzüglichkeit von Substraten

Spezifische Substratkosten

Ohne Zu-/Abschläge	Einheit	Getr.	CCM	ZR	Mais	Grass.	RG	RM	Geflm.
TS-Gehalt	% der FS	87%	65%	23%	35%	35%	8,5%	25%	40%
Preis frei Fermenter	€/ t FS	150,00	115,00	36,00	45,00	35,00	2,50	12,00	18,00
Gärrestausbringung ¹⁾	€/ t FS	0,63	1,13	2,00	1,90	1,88	2,48	2,33	2,03
Kosten Substrat gesamt	€/ t FS	150,63	116,13	38,00	46,90	36,88	4,98	14,33	20,03
Methanertrag (KTBL)	Nm ³ / t FS	320	242	75	112	100	17	54	83
Spez. Substratpreis	Ct / Nm³ CH₄	47,1	48,0	50,7	41,9	36,9	29,3	26,5	24,1
Mit Zu-/Abschlägen	Einheit	Getr.	CCM	ZR	Mais	Grass.	RG	RM	Geflm.
+/- Kosten Gärstrecke	€/ t FS	-5	-5	-5	0	5	0	5	5
Kosten Substrat "nach BGA"	€/ t FS	145,63	111,13	33,00	46,90	41,88	4,98	19,33	25,03
+/- Ertrag (nach Anlage)	%	5%	5%	5%	0%	-5%	0%	-10%	-10%
Methanertrag	Nm ³ / t FS	336	254	79	112	95	17	49	75
Spezifischer Substratpreis	Ct / Nm ³ CH ₄	43,3	43,7	41,9	41,9	44,1	29,3	39,8	33,5
Ergebnisse	Einheit	Getr.	CCM	ZR	Mais	Grass.	RG	RM	Geflm.
Stromertrag je t Substrat	kWh	1.340	1.013	314	447	379	68	194	298
Spez. Substratpreis	Ct / kWh	10,87	10,97	10,51	10,50	11,05	7,34	9,97	8,40

Austausch von Einsatzstoffen

Austauschverhältnis und Austauschvorteil von Substraten nach Zu- und Abschlägen (€/t FS)

Substrat	m ³ CH ₄ /t FS	Getr.	CCM	ZR	Mais	Grass.	RG	RM	Geflm.
Ct / kWh		10,87	10,97	10,51	10,50	11,05	7,34	9,97	8,40
Getreide	336		1,00	-1,13	-1,64	0,70	-2,39	-1,74	-7,35
CCM	254	0,76		-1,44	-2,08	0,33	-2,46	-1,93	-7,64
Zuckerrüben	79	0,23	0,31		-0,03	2,07	-2,15	-1,04	-6,28
Silomais	112	0,33	0,44	1,42		2,09	-2,14	-1,03	-6,26
Grassilage	95	0,28	0,37	1,21	0,85		-2,52	-2,10	-7,90
Rindergülle	17	0,05	0,07	0,22	0,15	0,18		5,10	3,16
Rindermist	49	0,14	0,19	0,62	0,43	0,51	2,86		-4,68
Geflügelmist	75	0,22	0,29	0,95	0,67	0,79	4,39	1,54	

Stichwort Nährstoffverdünnung:

Ersatz von 1 t Geflügelmist durch 0,67 t Mais kostet 6,26 €.

Nährstoffexport von 1 t Geflügelmist nach Vergärung 4 mal so teuer wie vor der Vergärung!

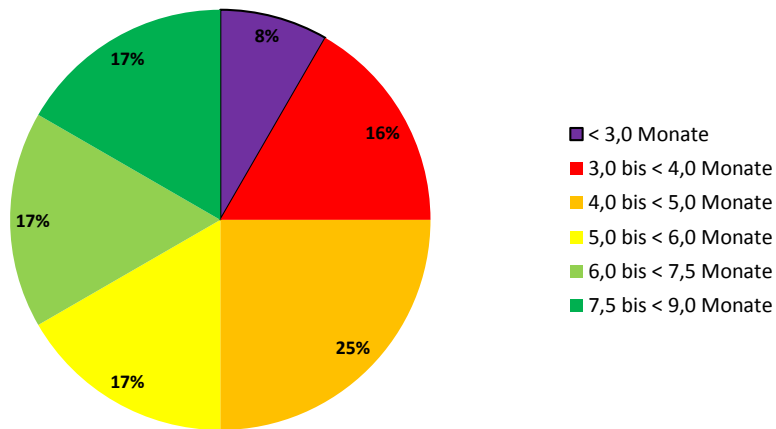
Reduzierung von Lagerraum

Austauschverhältnis und Austauschpreis von Substraten je m³ Gärrest einsparung

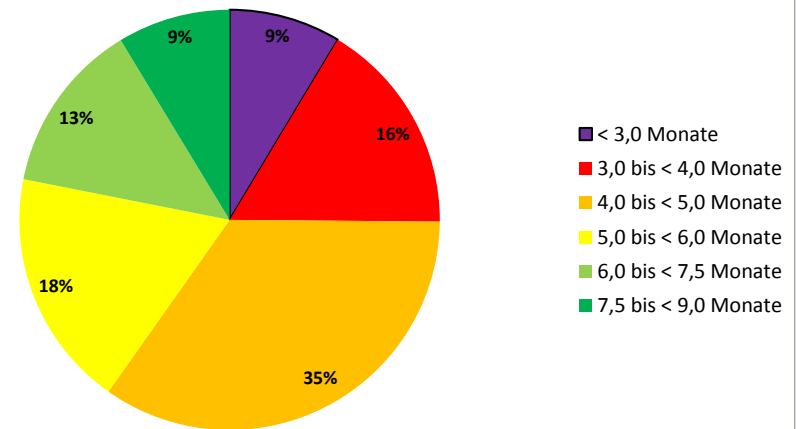
Substrat	m ³ CH ₄ /m ³ GRA	Getr.	CCM	ZR	Mais	Grass.	RG	RM	Geflm.
€/t FS		145,63	111,13	33,00	46,90	41,88	4,98	19,33	25,03
Getreide	1.344		3,82	-1,53	-2,43	1,03	-2,45	-1,95	-9,74
CCM	565	2,90 -3,83		-2,18	-3,70	0,57	-2,56	-2,29	-11,28
Zuckerrüben	98	0,32 -1,35	0,47 -1,51		0,09	-9,60	-2,63	-2,39	-122,75
Silomais	147	0,49 -1,48	0,78 -1,78	-3,76 2,65		19,87	-2,45	-1,71	-20,19
Grassilage	127	0,42 -1,47	0,64 -1,72	-5,61 4,65	8,05 -9,49		-2,94	-4,95	-100,37
Rindergülle	17	0,05 -1,02	0,07 -1,04	0,26 -1,22	0,17 -1,14	0,21 -1,17		-2,69	-0,89
Rindermist	52	0,16 -1,12	0,23 -1,18	1,41 -2,29	0,72 -1,67	1,21 -2,36	-1,50 0,53		7,55
Geflügelmist	92	0,29 -1,33	0,43 -1,48	18,55 -19,55	2,15 -3,23	9,99 -12,70	-1,24 0,28	-2,48 1,61	

Lösung des Lagerraumproblems: Gärrestabbau von 1/3 löst Lagerraum- anspruch von zusätzlich 50%

Anlagen mit Lagerdauer für 110% Gärrest
am Anlagenstandort, ohne Anteil Nachgärbehälter, ohne Trocknung



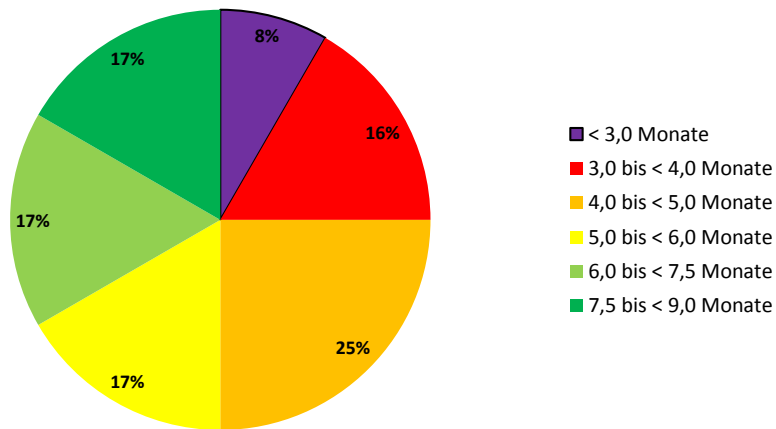
Anteil Gärrest in Anlagen mit Lagerdauer für 110% Gärrest
am Anlagenstandort, ohne Anteil Nachgärbehälter, ohne Trocknung



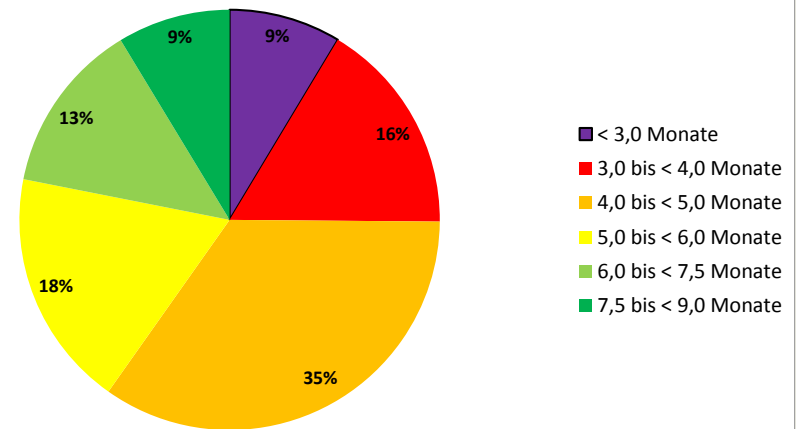
Methode	Effekt bis zu	Reduz. Gärrest	Anspruch GPL
Effizienz Gasstrecke	25%	-20%	-20%
Effizienz Verstromung	25%	-20%	-20%
Trocknung	30%	-30%	-30%
Nutzung Nachgärer	25%		-20%

Lösung des Lagerraumproblems: Gärrestabbau von 1/3 löst Lagerraum- anspruch von zusätzlich 50%

Anlagen mit Lagerdauer für 110% Gärrest
am Anlagenstandort, ohne Anteil Nachgärbehälter, ohne Trocknung



Anteil Gärrest in Anlagen mit Lagerdauer für 110% Gärrest
am Anlagenstandort, ohne Anteil Nachgärbehälter, ohne Trocknung



Zusätzliche Maßnahmen bei stärkerem Anpassungsbedarf:

- Externe Behälter mit Genehmigung
- Substratwechsel
- Behälterbau
- Leistungsreduzierung

Biogasanlage als Güllepool

Es tut sich was!

Wo liegen die Hebel?

Leistungsseite:

1. Gaswert frische Rindergülle (22 m³ Methan zu 110 m³ aus Mais bei Kosten von 45 € / t Maissilage) = 9,- € / m³
2. Düngerwert frische Rindergülle (NPK = 4/1,5/5,5 kg zu 1,- /0,9/0,7 € / kg mit 70% N) = 8,- € / m³

Kostenseite:

1. Transport = 2,50 – ? € / m³
2. Gasstrecke und Lagerung = 5 – 10 € / m³

Verhandlungskosten:

1. Nährstoffexport = 0 – 7,- € / m³
2. Lagerung in landwirtschaftlichen Behältern = 2,50 € / m³

Flexentscheidung: kleiner, mittlerer oder großer Ersatz?

Variante	252 kW	526 kW 549 kW	549 kW	703 kW	901 kW
0 - Variante	125.000	4.255.000			
Variante 1	125.000	4.255.000			
Variante 2	125.000			4.255.000	
Variante 3	125.000				4.255.000
Variante 4	125.000	250.000	4.005.000		
Variante 5	125.000	250.000		4.005.000	
Variante 6	125.000	250.000			4.005.000

Herausforderungen = potentielle Kosten

1. Zusätzliche Netzkapazität
2. Zusätzliche BHKW-Leistung
3. U.U. neuer Netzanschluss
4. Erweiterte Transformatorleistung
5. Anlagen-, Einheitenzertifikat nach MSpRL (1 MW – Grenze)
6. Gasregelstrecke, Aktivkohlefilter
7. Gasspeicher
8. Wärmespeicher
9. Regelfähigkeit (positive Leistung)



Flexprämie und Kosten sind entscheidend

Gesamtleistung				Investitionen Varianten			
	549	703	901		549	703	901
526 bleibt	1.327,0	1.481,0	1.679,0	526 bleibt	510.000	690.000	835.000
526 geht	801,0	955,0	1.153,0	526 geht	250.000	520.000	675.000
Zusatzleistung				Ergebnisse gegenüber IST vor Investition			
	549	703	901		549	703	901
526 bleibt	663,5	740,5	839,5	526 bleibt	7.381	7.660	20.801
526 geht	251,0	405,0	576,5	526 geht	-13.423	-13.558	8.999
Grenzzusatzleistung				Rentabilität [Gewinn/Invest]			
	549	703	901		549	703	901
526 bleibt	435,5	512,5	611,5	526 bleibt	1,4%	1,1%	2,5%
526 geht	23,0	177,0	348,5	526 geht	-5,4%	-2,6%	1,3%
Flexibilitätsprämie							
	549	703	901				
526 bleibt	86.255,0	96.265,0	109.135,0				
526 geht	32.630,0	52.650,0	74.945,0				
Grenz-Flexibilitätsprämie							
	549	703	901				
526 bleibt	56.615,0	66.625,0	79.495,0				
526 geht	2.990,0	23.010,0	45.305,0				

Ergebnis mit Flexvorprägung

P _Ø Strom 0-Variante	500	kW					
P _Ø Wärme 0-Variante	250	kW					
Selbstkosten Methan frei BHKW	4,0	Ct / kWh		Ergebnisse gegenüber IST vor Investition			
Kalkulationszinssatz	2,50%						
Kalkulationsdauer	10	Jahre			549	703	901
Reparatur und Wartung BHKW				526 bleibt	7.381	7.660	20.801
252 kW 0-Variante	1,50	Ct / kWh		526 geht	-13.423	-13.558	8.999
526 kW 0-Variante	1,25	Ct / kWh					
252 kW Minimalfahrweise	3,00	Ct / kWh		Rentabilität [Gewinn/Invest]			
526 kW Minimalfahrweise	2,50	Ct / kWh					
549 kW	1,20	Ct / kWh			549	703	901
703 kW	1,10	Ct / kWh		526 bleibt	1,4%	1,1%	2,5%
901 kW	1,00	Ct / kWh		526 geht	-5,4%	-2,6%	1,3%
526er Generalüberholung	50.000	€					

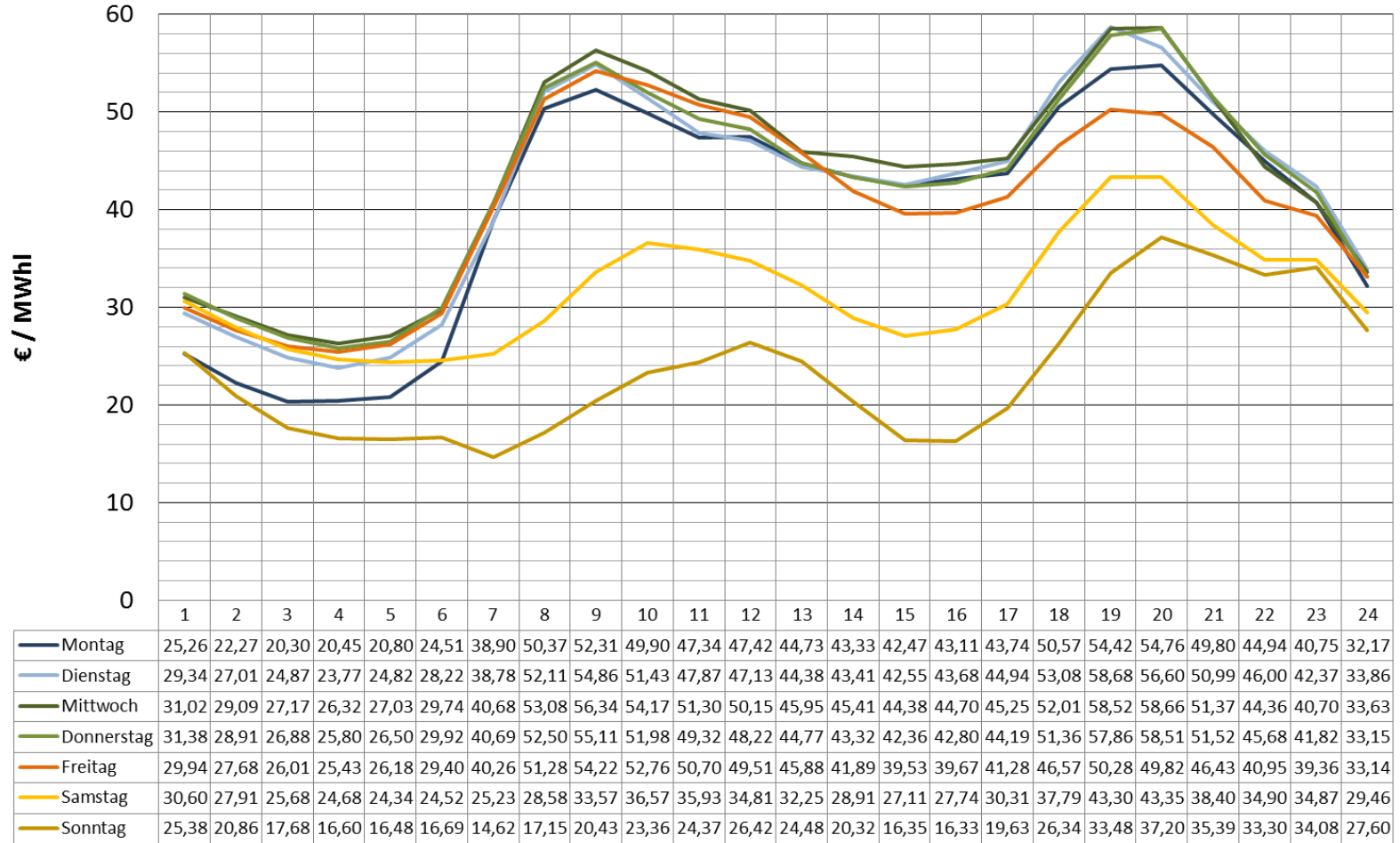
Erweiterung ohne Flexvorprägung

P _Ø Strom 0-Variante	500	kW					
P _Ø Wärme 0-Variante	250	kW					
Selbstkosten Methan frei BHKW	4,0	Ct / kWh		Ergebnisse gegenüber IST vor Investition			
Kalkulationszinssatz	2,50%						
Kalkulationsdauer	10	Jahre			549	703	901
Reparatur und Wartung BHKW				526 bleibt	13.191	14.772	28.255
252 kW 0-Variante	1,50	Ct / kWh		526 geht	-10.973	-11.556	14.768
526 kW 0-Variante	1,25	Ct / kWh					
252 kW Minimalfahrweise	3,00	Ct / kWh		Rentabilität [Gewinn/Invest]			
526 kW Minimalfahrweise	2,50	Ct / kWh					
549 kW	1,20	Ct / kWh			549	703	901
703 kW	1,10	Ct / kWh		526 bleibt	2,2%	1,9%	3,1%
901 kW	1,00	Ct / kWh		526 geht	-4,4%	-2,2%	2,2%
526er Generalüberholung	140.000	€					

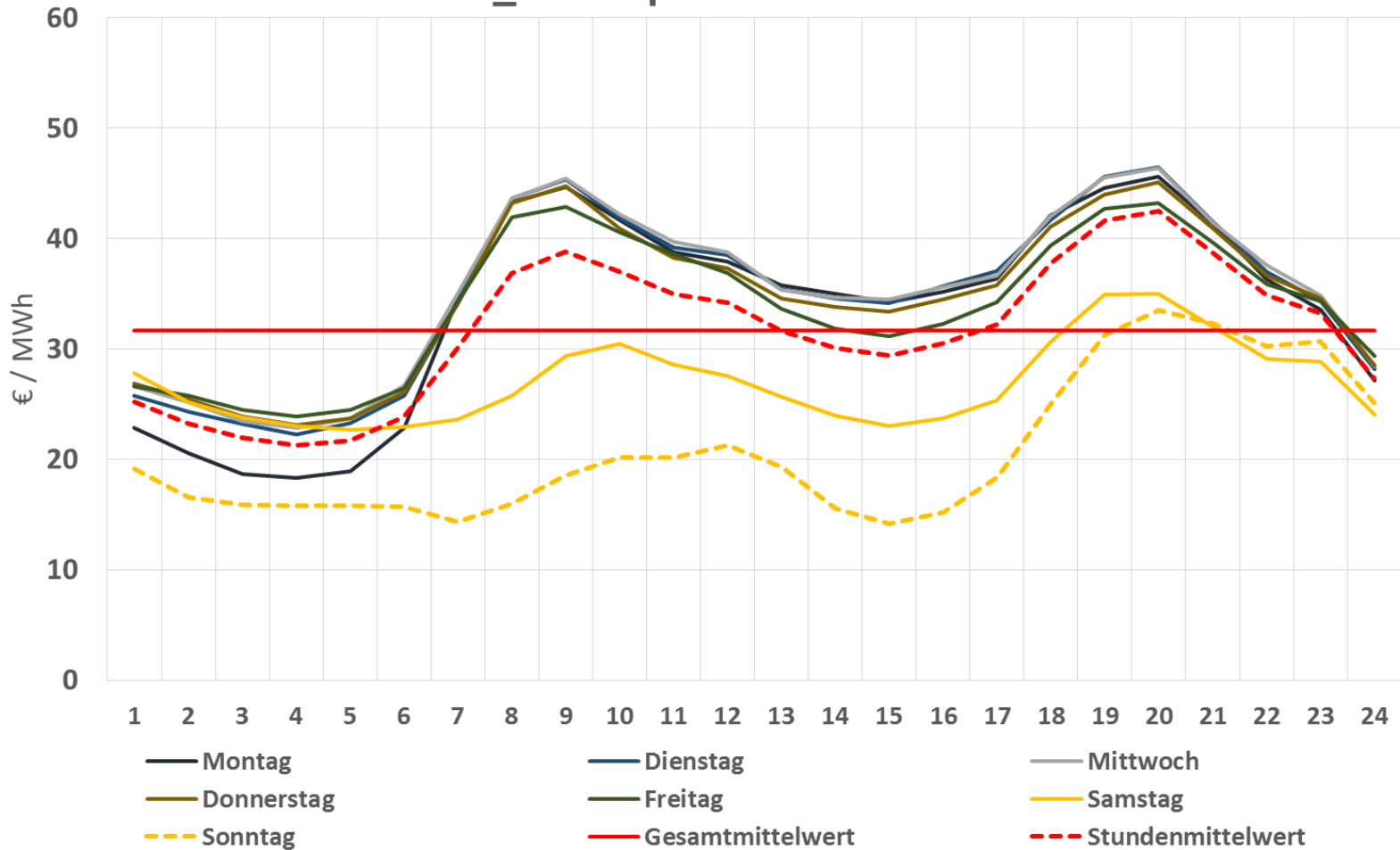
Ohne Flexvorprägung ist der „Flex-Ersatz“ rentabler als die „Flex-Erweiterung“

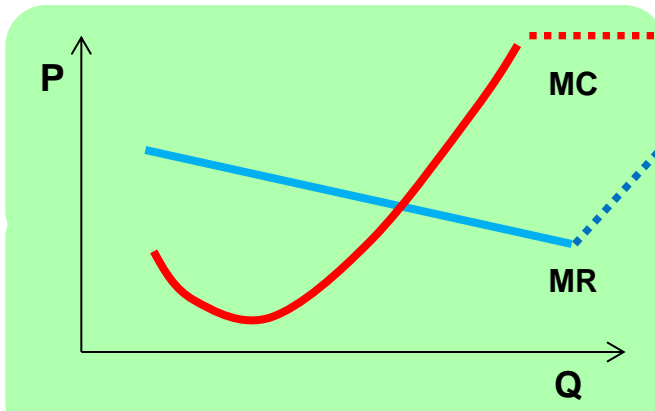
Allerdings hat das größere BHKW am Ende der EEG-Laufzeit noch Betriebsstundenreserven von 5 – 8 Jahren!

Strompreise im Mittel der Tagesstunden 2013



Preis_EPEX Spot Stunden - 2015





Landwirtschaftskammer
Niedersachsen

**Erneuerbare Ideen
in der Landwirtschaft**



***Vielen Dank
für ihre Aufmerksamkeit!***

Kontakt:

Peter Schünemann-Plag
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Außenstelle Verden
Lindhoooper Straße 61
27283 Verden

Tel.: 0 42 31 / 9276-11

E-Mail: Peter.Schuenemann-Plag@LWK-Niedersachsen.de