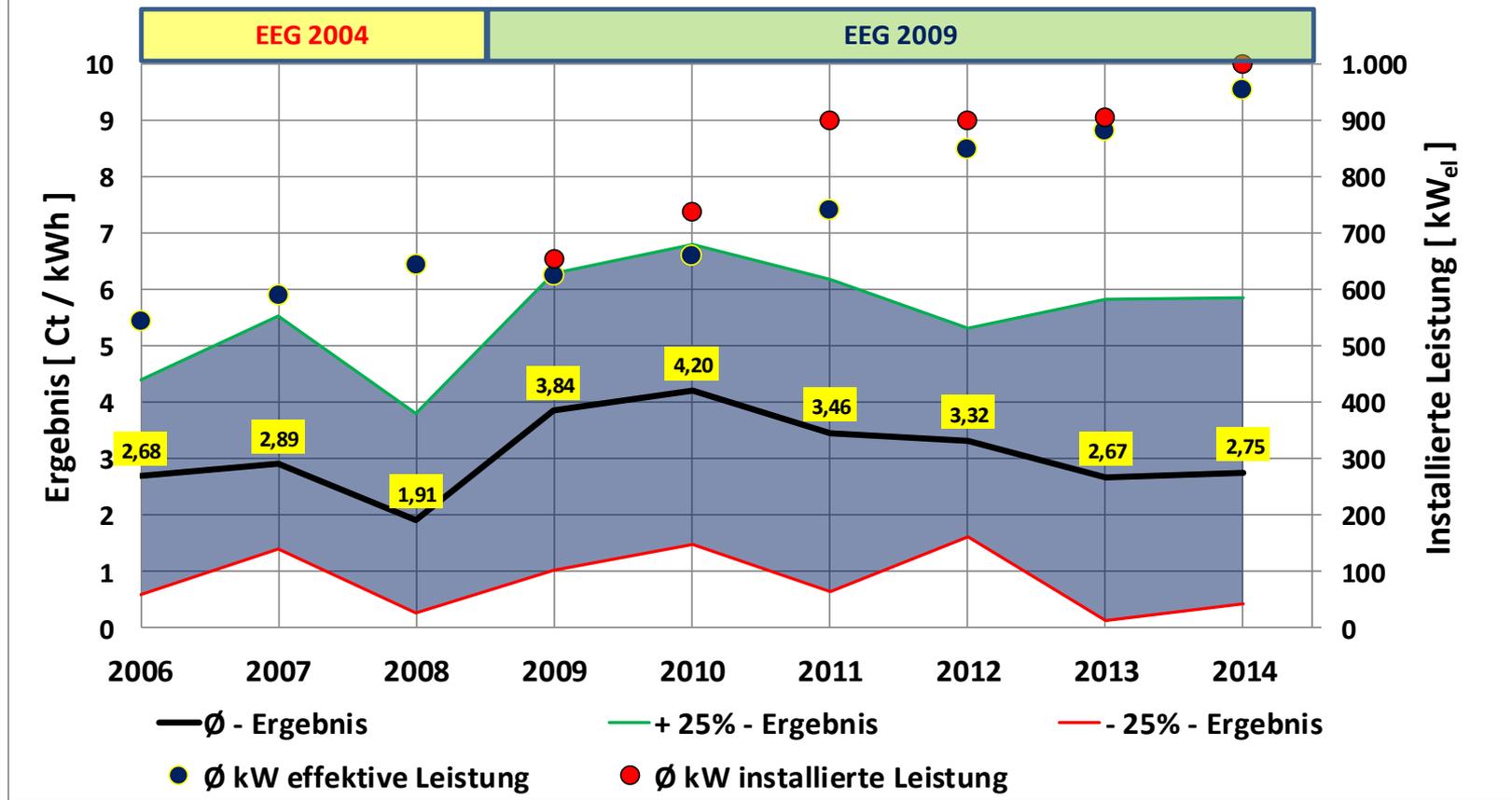


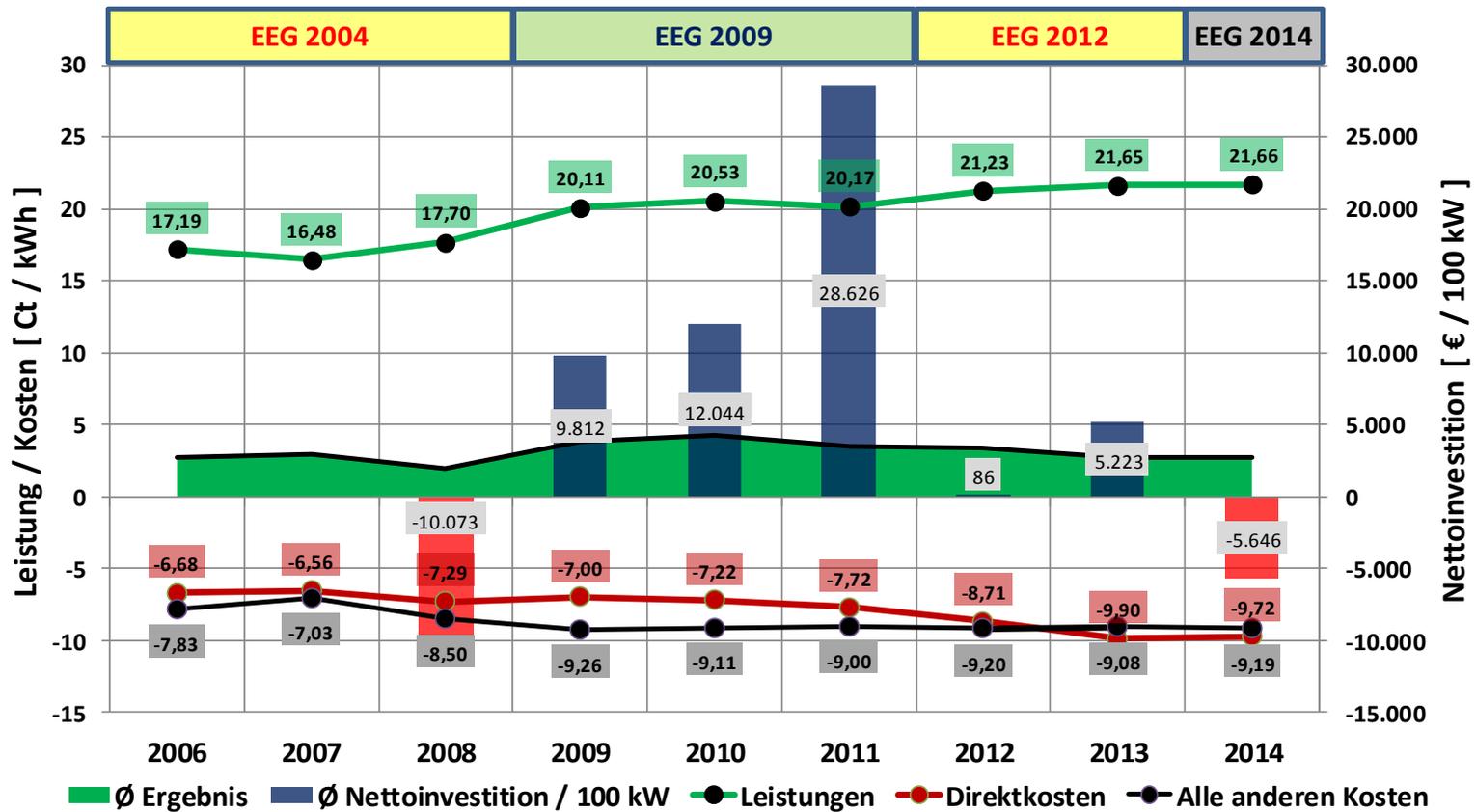
Zukunft Biogas: Von der Leistungs- zur Kostensteuerung „Überleben mit minimalen Kosten und Integrationszuschlag!“

1. Ergebnisse mittelgroßer Anlagen 2006 – 2014 (LWK Niedersachsen)
2. Investition und Wachstum unter verschiedenen EEG-Novellen
3. Aktuelle Bedeutung der Erneuerbaren im Sektor Strom
4. Ausbaupfad bis 2025
5. Produktions- und Integrationskosten von Biogas, Wind und PV
6. Realistische Kostenuntergrenzen am Beispiel Mais- und Gülleanlage
7. Die Rolle der Effizienz bei der Kostenuntergrenze
8. Kostenuntergrenze bei +10 Jahren
9. Die Rolle der Gülle in einer kosteneffizienten Biogasanlage
10. Die Rolle der Wärme in einer kosteneffizienten Biogasanlage
11. Die Rolle von Alternativen
12. Wer muss sich wann Gedanken machen?

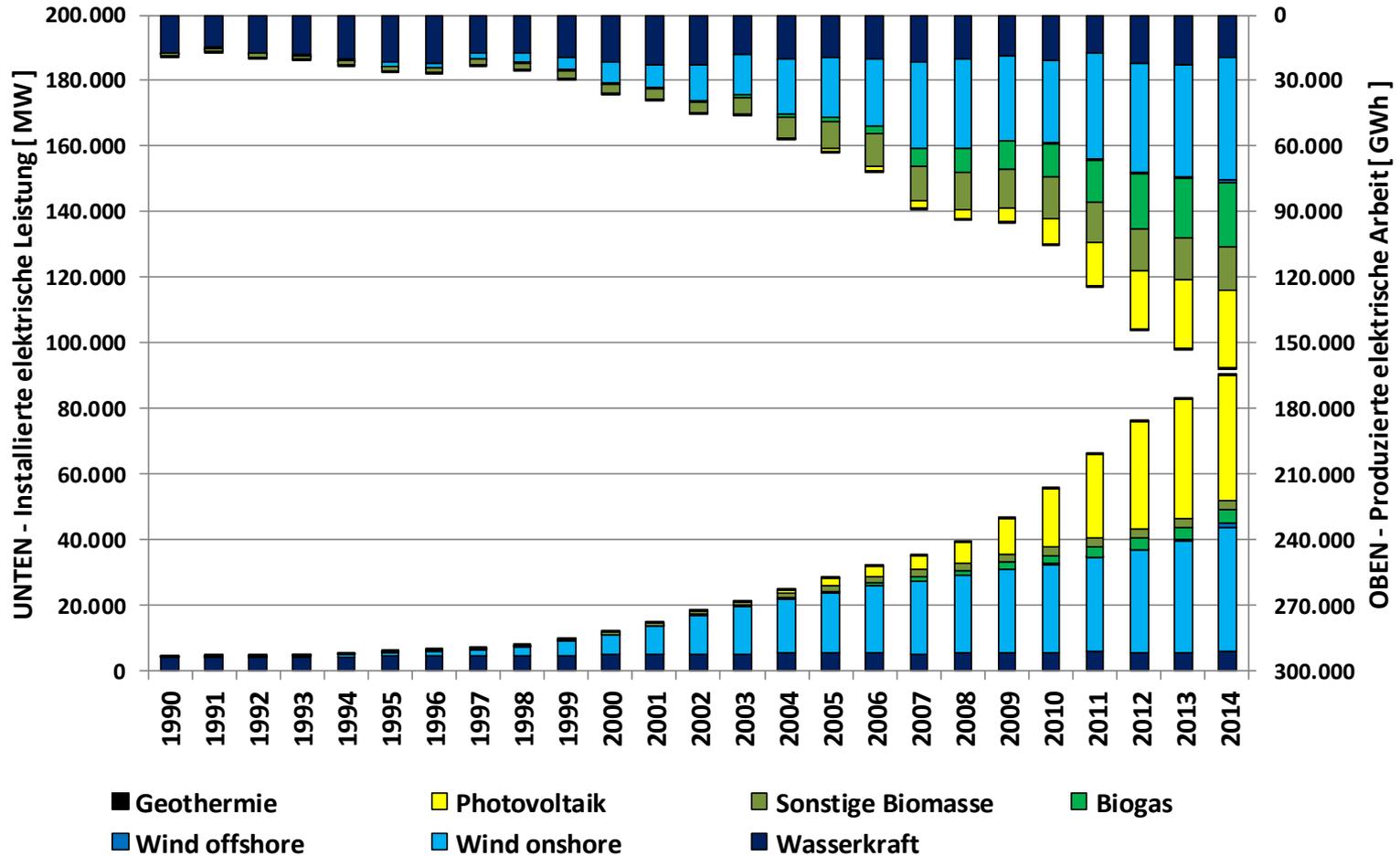
Ergebnisentwicklung und Wachstum von Biogasanlagen mittlerer Größe in Niedersachsen (Kohorte 2004)



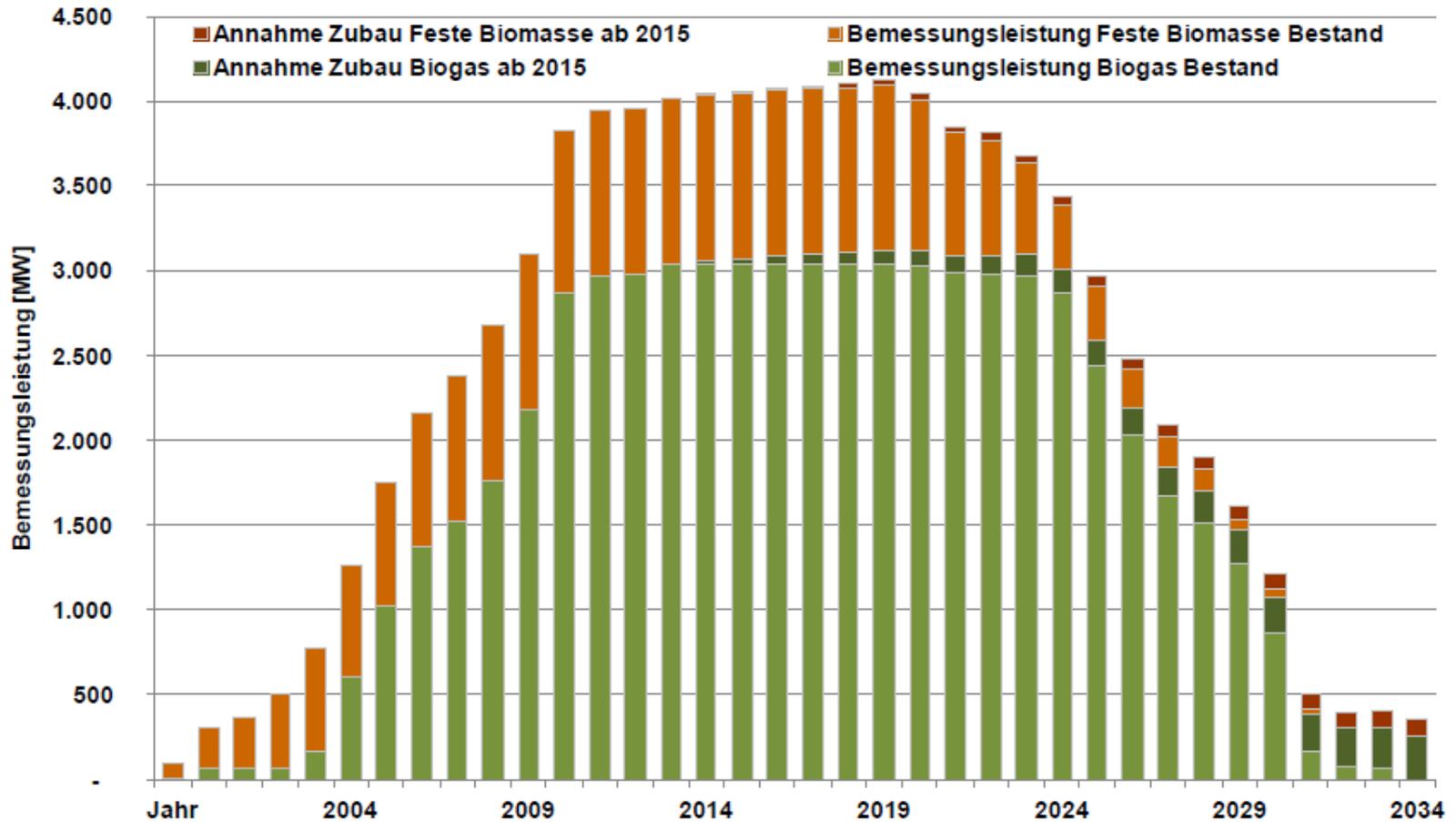
Einfluss des Vergütungssystems auf die Ø - Leistung und die Investitionstätigkeit (Kohorte 2004)



Installierte Leistung / Produzierte Arbeit



Entwicklung ohne Anschlussregelung



© Fachverband Biogas e.V. 2015; Datenbasis DBFZ 2015; Annahme: Zubau Biomasse ab 2015 5 MW

Abbildung 1: Erneuerbare Energien:
Ziele der Bundesregierung

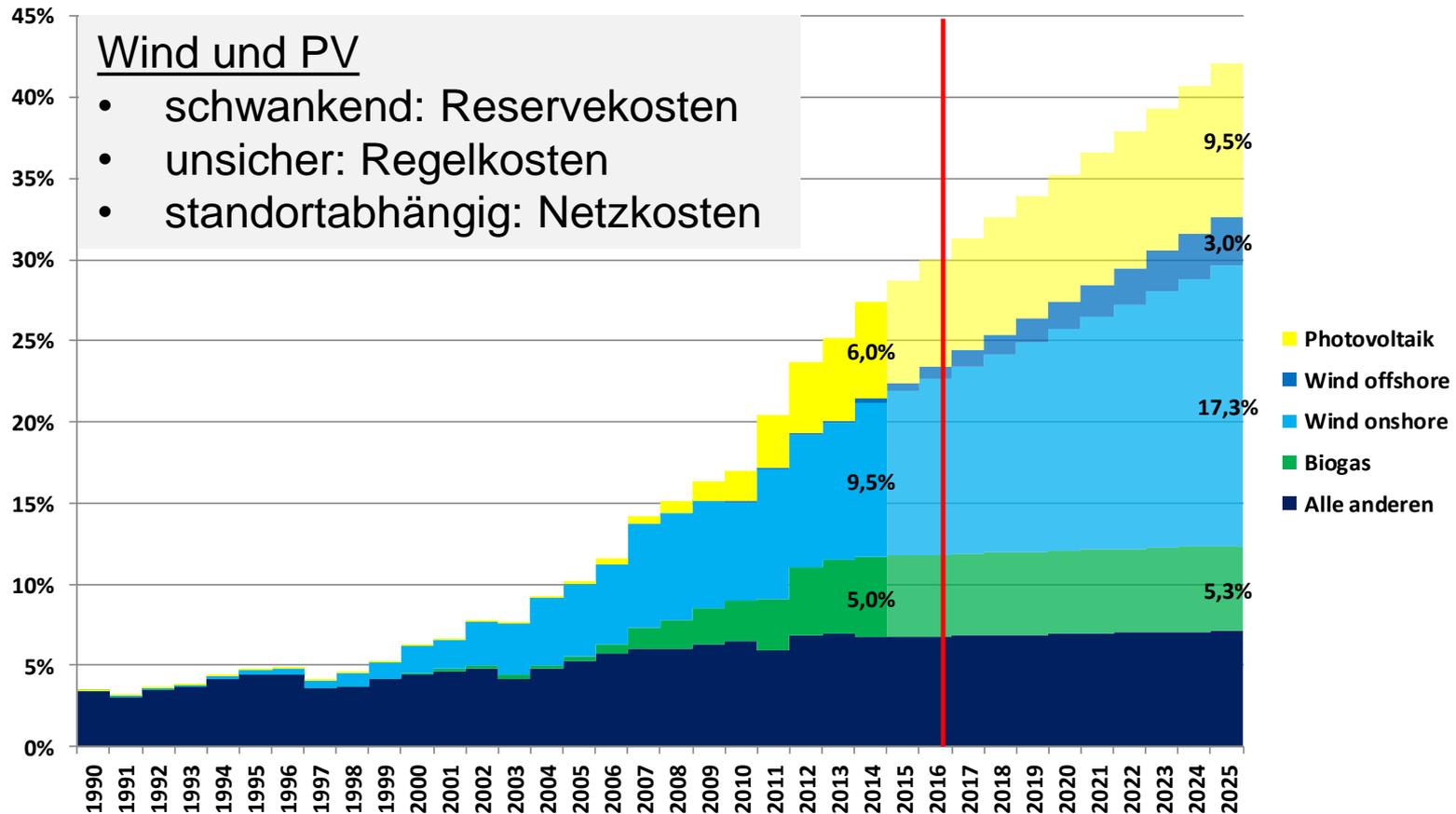
EE-Anteil am Bruttostromverbrauch	
2025	40 – 45 %
2035	55 – 60 %
2050	mindestens 80 %
EE-Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	
2020	mindestens 18 %
2030	30 %
2040	45 %
2050	60 %

Abbildung 2: Technologiespezifische Ausbaupfade nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2014

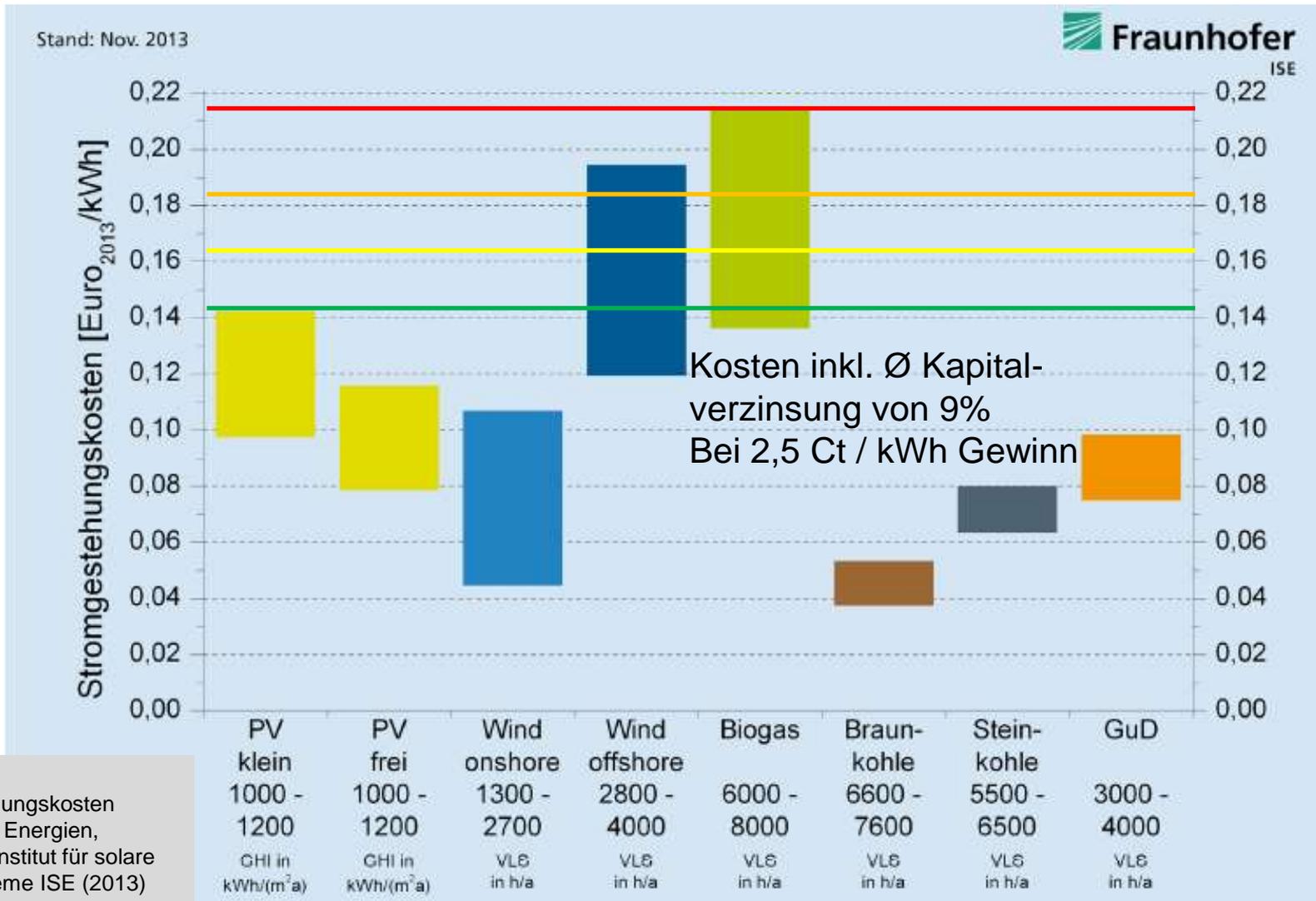
EE-Technologie	Zubau/Jahr
Solarenergie	2.500 MW (brutto)
Windenergie an Land	2.500 MW (netto)
Biomasse	bis zu 100 MW (brutto)
EE-Technologie	installierte Leistung
Windenergie auf See	bis 2020: 6.500 MW
	bis 2030: 15.000 MW

Simulation Ausbaupfad

Anteile an der Bruttostromerzeugung
2016 - 2025 simuliert nach Ausbaupfad



Welche Kosten dürfen entstehen?

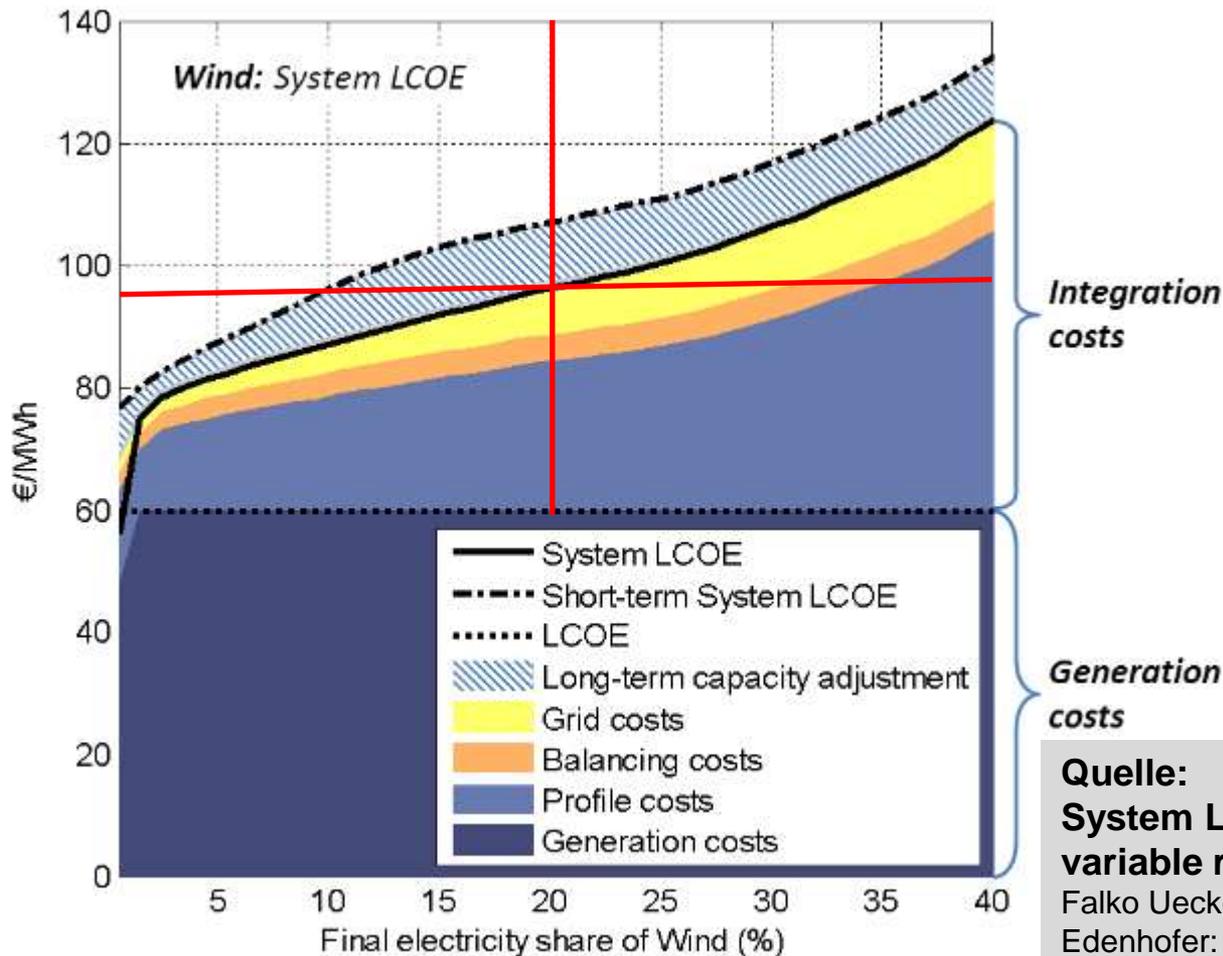


Kosten/Integrationskosten	PV klein	PV frei	Wind on	Wind off	Biogas
untere Kostengrenze	9,75	8,00	4,50	12,00	13,75
obere Kostengrenze	14,20	11,50	10,75	19,25	21,50
Netzausbau	Vorsicht! Frei gewählt nach groben Annahmen. Aber wo bleiben die wissenschaftlichen Berechnungen der tatsächlichen Integrationskosten?				
Reservekraftwerke					
Speicher					
Regelkosten					
Export					
Integrationskosten					
untere Kostengrenze (neu)	23,25	14,00	8,00	16,50	9,75
obere Kostengrenze (neu)	27,70	17,50	14,25	23,75	17,50

Zusätzlich erbringen Biogasanlagen Netzstabilisierungsleistungen

- Spannungshaltung / Frequenzhaltung
- Blindleistungsbereitstellung
- Schwarzstartfähigkeit
- Bereitstellung gesicherter Leistung

Und wie rechnet die Wissenschaft?



Quelle:
System LCOE: What are the costs of variable renewables?

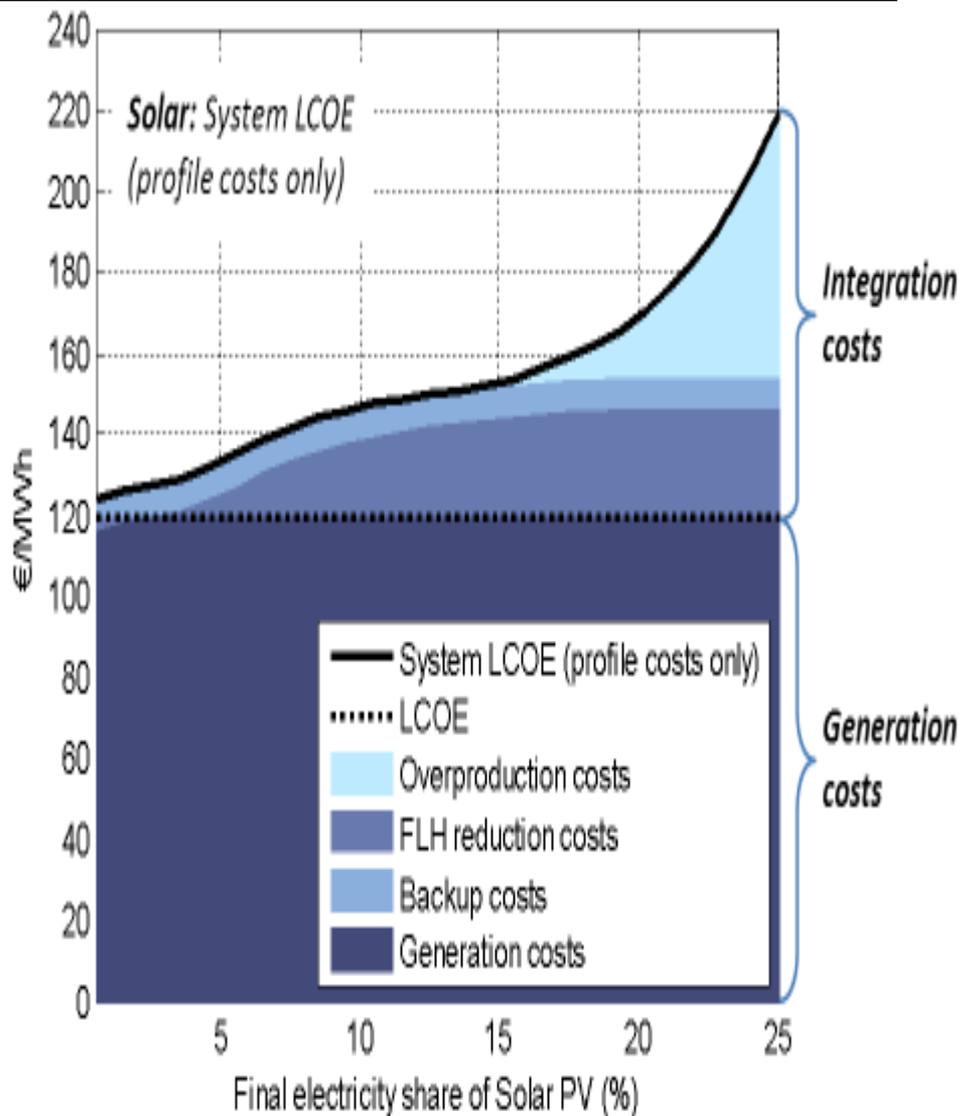
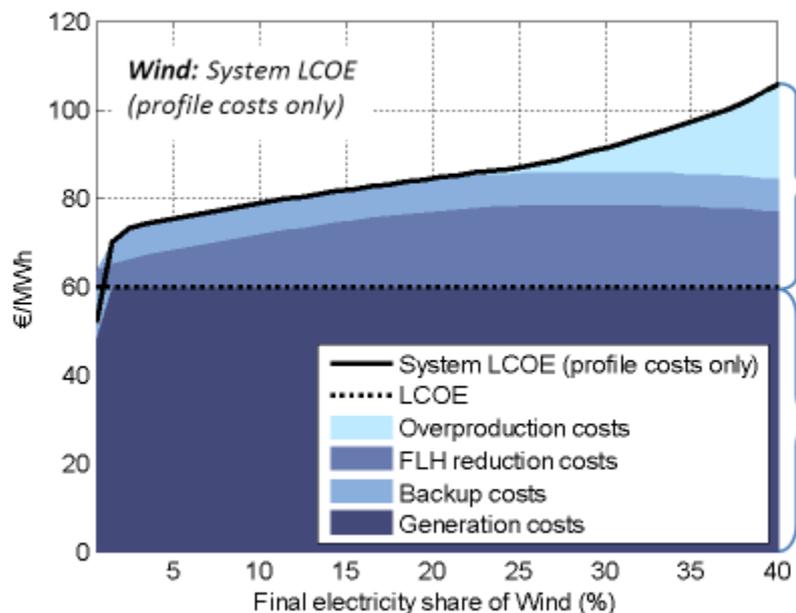
Falko Ueckerdt, Gunnar Luderer, Ottmar Edenhofer: Potsdam-Institute for Climate Impact Research; Lion Hirth: Vattenfall (2013)

An der Grenze zur Überproduktion fängt es an richtig teuer zu werden!

Quelle:

System LCOE: What are the costs of variable renewables?

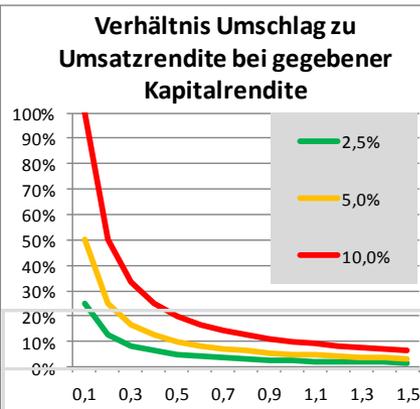
Falko Ueckerdt, Gunnar Luderer, Ottmar Edenhofer: Potsdam-Institute for Climate Impact Research; Lion Hirth: Vattenfall (2013)



Welche Kostenuntergrenze ist realistisch?

	Modell Maisanlage		Modell Gülleanlage	
Leistung	500	kW	75	kW
Gasausbeute	110%	KTBL	100%	KTBL
Wirkungsgrad BHKW	40%		36%	
Stromproduktion (95%)	4.161.000	kWh	624.150	kWh
Investition	1.800.000	3.600 €/kW	500.000	6.667 €/kW
- davon BHKW/Fackel	400.000	800 €/kW	125.000	1.667 €/kW
- davon sonstige Technik	300.000	600 €/kW	200.000	2.667 €/kW
- davon Baulich/Planung	1.100.000	2.200 €/kW	175.000	2.333 €/kW
Ø Nutzungsdauer (ND)	15,0	Jahre	13,2	Jahre
Kosten	Total	Ct / kWh	Total	Ct / kWh
Annuität (Ø ND; 3%)	150.780	3,62	46.469	7,45
Unterhaltung (RWU)	62.415	1,50	21.845	3,50
Substrat frei Fermenter	356.861	8,58	4.000	0,64
Sonstiges Material	15.396	0,37	4.000	0,64
Strom	46.603	1,12	9.986	1,60
Personal	20.000	0,48	7.300	1,17
Sonstige Kosten	24.966	0,60	8.000	1,28
Gesamt	677.021	16,27	101.600	16,28

Notwendige Vergütung bei $r_{GK} = 10\%$

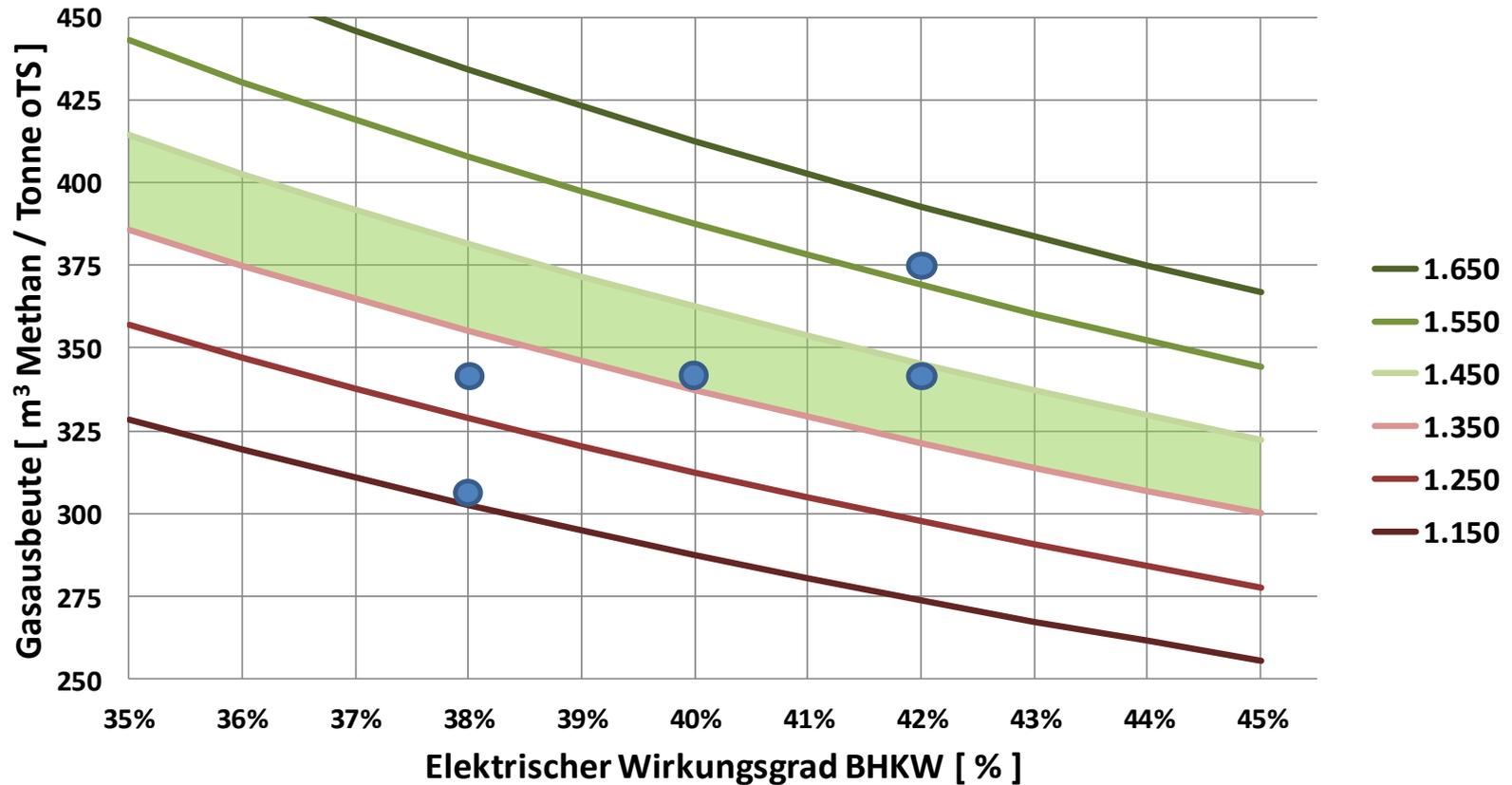


$$\text{Umsatzrendite} = \frac{\text{Kapitalrendite}}{\text{Kapitalumschlag}}$$

	Modell Maisanlage		Modell Gülleanlage	
	Total	Ct / kWh	Total	Ct / kWh
Annuität (Ø ND; 3%)	150.780	3,62	46.469	7,45
- Ø jährliche Abschreibung	120.000	2,88	37.917	6,07
= Ø jährliche Fk-Zinsen	30.780	0,74	8.552	1,37
Notwendige Gk-Zinsen (10%)	180.000	4,33	50.000	8,01
- Ø jährliche Fk-Zinsen	30.780	0,74	8.552	1,37
= Ø jährliche Ek-Zinsen	149.220	3,59	41.448	6,64
Gesamtkosten	677.021	16,27	101.600	16,28
+ Ek-Zinsen (kalk. Gewinn!)	149.220	3,59	41.448	6,64
= notwendige Vergütung	826.241	19,86	143.048	22,92
= Umsatzrendite von	21,8%		35,0%	
= Kapitalumschlag (Anzahl)	0,46		0,29	
Tatsächliche Vergütung	EEG 2004/06	20,26	EEG 2014/I 16	23,41

Stromausbeute je Tonne organischer Trockensubstanz

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



Abgeschriebene (Mais-) anlage mit Überbauung (rechts)

	+ 10 unflexibel		+ 10 flexibel	
Leistung	500	kW	1.000	kW
Gasausbeute	110%	KTBL	110%	KTBL
Wirkungsgrad BHKW	40,0%		42,5%	
Stromproduktion (95%; 42,5%)	4.161.000	kWh	4.161.000	kWh
Anschlussinvestition	850.000	1.700 €/kW	1.325.000	2.650 €/kW
- davon BHKW/Fackel	400.000	800 €/kW	825.000	825 €/kW
- davon sonstige Technik	150.000	300 €/kW	200.000	200 €/kW
- davon Baulich/Planung	300.000	600 €/kW	300.000	300 €/kW
Ø Nutzungsdauer (ND)	10,0	Jahre	10,0	Jahre
Kosten	Total	Ct / kWh	Total	Ct / kWh
Annuität (Ø ND; 3%)	99.646	2,39	155.330	3,73
Unterhaltung (RWU)	62.415	1,50	62.415	1,50
Substrat frei Fermenter	356.861	8,58	335.869	8,07
Sonstiges Material	15.396	0,37	15.396	0,37
Strom	46.603	1,12	46.603	1,12
Personal	20.000	0,48	20.000	0,48
Sonstige Kosten	24.966	0,60	24.966	0,60
Gesamt	625.887	15,04	660.580	15,88

Opportunitätskostenzuschlag (notwendige Vergütung bei $r_{GK} = 10\%$)

	+ 10 unflexibel		+ 10 flexibel	
	Total	Ct / kWh	Total	Ct / kWh
Annuität (Ø ND; 3%)	99.646	2,39	155.330	3,73
- Ø jährliche Abschreibung	85.000	2,04	132.500	3,18
= Ø jährliche Fk-Zinsen	14.646	0,35	22.830	0,55
Notwendige Gk-Zinsen (10%)	85.000	2,04	132.500	3,18
- Ø jährliche Fk-Zinsen	14.646	0,35	22.830	0,55
= Ø jährliche Ek-Zinsen	70.354	1,69	109.670	2,64
Gesamtkosten	625.887	15,04	660.580	15,88
+ Ek-Zinsen (kalk. Gewinn!)	70.354	1,69	109.670	2,64
= notwendige Vergütung	696.241	16,73	770.249	18,51
= Umsatzrendite von	12,2%		17,2%	
= Kapitalumschlag (Anzahl)	0,82		0,58	

Tatsächliche Vergütung	EEG 2016/7/8?	17,00	18,50
Ausschreibungsgrundpreis	?	14,50	4,50
Integrationszuschlag I	?	2,50	2,50
Integrationszuschlag II	?		1,50

Spezifische Substratpreise

Größe		RG fremd	RG eigen	Maissilage	Getreide
Input	m ³ , t	1,00	1,00	1,00	1,00
Preis	€			30,00	150,00
Ernte	€			3,00	
Transport	€	2,50	0,25	2,50	5,00
Einlagerung	€			1,50	10,00
Verlust	€			3,22	3,37
Eintrag	€	0,10	0,10	1,50	1,50
Kosten frei Fermenter ohne Lager	€	2,60	0,35	41,72	169,87
Volumenanspruch Gärrestlager	m ³	0,74	0,74	0,57	0,19
Kosten Gärrestlagerung - ND 10 Jahre	€	7,35	3,68	5,70	1,88
Kosten der Lagerung I/O	€	7,35	3,68	5,70	1,88
Output	m³	0,98	0,98	0,76	0,25
Kosten Ausbringung	€	2,45	0,00	1,90	0,63
Gesamtkosten je Inputeinheit	€	12,40	4,03	49,32	172,37
Stromertrag je Inputeinheit	kWh	67	67	424	1.284
Gesamtkosten spezifisch	Ct / kWh	18,51	6,01	11,63	13,42
Stickstofffracht	kg/MWh	73,53	73,53	9,60	12,65
Gesamtkosten bei N-Wert von 0,5 € / kg	Ct / kWh	14,83	6,01	11,15	12,79
Gesamtkosten bei N-Entsorgung von 1,50 € / kg	Ct / kWh	33,21	6,01	13,55	15,95

Fremdgülle raus, wenn Lager und N-Verwertung Engpässe bilden

Rationsumbau				
Größe	Einheit	IST	fremd raus	Getr./Mais
Getreide	Anteil			9,9%
Mais	Anteil	65,0%	66,6%	36,5%
RG eigen	Anteil	25,0%	25,0%	25,0%
RG fremd	Anteil	10,0%		
Gülleanteil	%	35,0%	27,3%	35,0%
Spezifischer Rationspreis	Ct / kWh	13,57	13,13	14,15
Stickstofffracht	kg / MWh	14,61	13,18	14,48
Input verringert auf	% IST	100,0%	91,6%	71,4%
Output verringert auf	% IST	100,0%	89,7%	65,4%

Rationsumbau				
Größe	Einheit	IST	fremd raus	Getr./Mais
Getreide	Anteil			5,8%
Mais	Anteil	55,0%	58,2%	40,6%
RG eigen	Anteil	25,0%	25,0%	25,0%
RG fremd	Anteil	20,0%		
Gülleanteil	%	45,0%	30,1%	35,0%
Spezifischer Rationspreis	Ct / kWh	14,07	13,07	13,75
Stickstofffracht	kg / MWh	16,92	13,66	14,52
Input verringert auf	% IST	100,0%	83,2%	71,4%
Output verringert auf	% IST	100,0%	80,0%	66,2%

Die Vorgabe Güllebonus zwingt zum teuren Fremdgüleeinsatz, der nur unter günstigen Voraussetzungen durch Rationsveränderung reduziert werden kann.

Unter Mindestpreisbedingungen kann die Gülle einfach entfallen und ggf. durch etwas mehr Mais ersetzt werden.

Welche Rolle spielt die Wärme?

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 (3,5 kW/100m)	kWh	613.200	91.980	45.990
Invest +10 (20% vom Urwert)	€	150.000	50.000	25.000
Annuität (10 J; 3%)	€	17.585	5.862	2.931
Strom (1%, 18 Ct / kWh)	€	3.264	1.786	
Unterhaltung (1,5% vom Urwert)	€	11.250	3.750	1.875
Verwaltung	€	4.000	1.000	1.000
Summe Kosten	€	36.098	12.397	5.806
Summe Kosten	Ct / kWh _{th}	3,01	1,38	0,19
Erlös	Ct / kWh_{th}	5,00	5,00	2,00
Gewinn	Ct / kWh _{th}	1,99	3,62	1,81
Gewinn	€	23.902	32.603	54.194
Gewinn	Ct / kWh_{el}	0,57	0,78	1,30

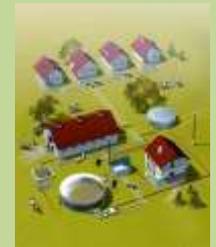
Nicht mehr rentabel:

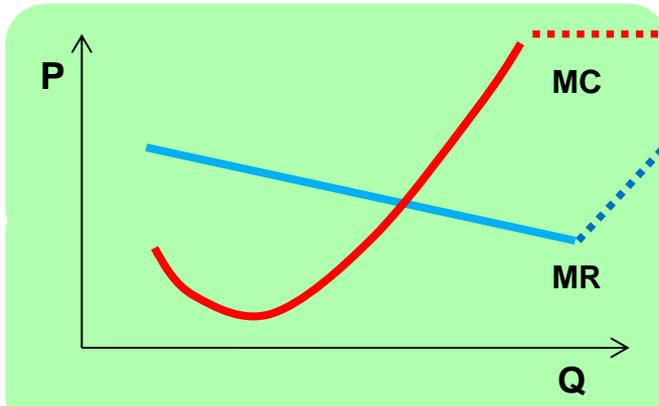
- Holztrocknung
- Gärresttrocknung

Im Prinzip alle!

Besonders aber:

- Produktionskosten < 16 Ct / kWh
- Keine Nährstoffprobleme (2,5 Ct / kWh)
- Wärmeverkauf möglich (1,5 Ct / kWh)





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