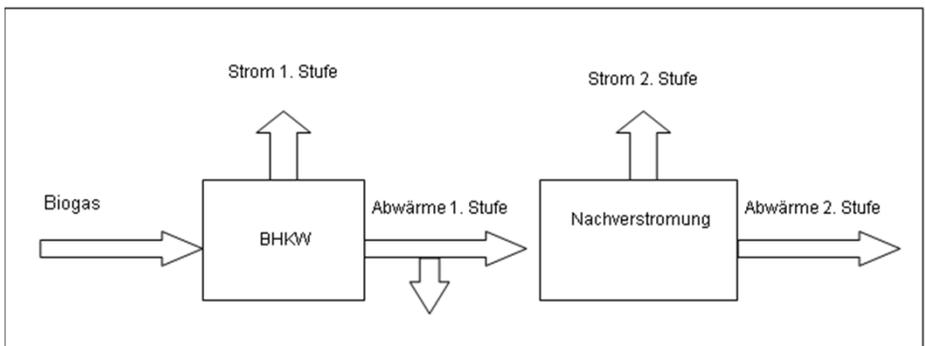


ORC-Technik (Nachverstromung) – Wirtschaftlichkeit und Grenzen

Falko Stockmann, Robert Wagner
C.A.R.M.E.N. e.V.

ANLAGENBEGRIFF NACHVERSTROMUNG



MÖGLICHKEITEN DER NACHVERSTROMUNG

- ORC
- Dampfmotor
- Heißluftturbine
- Stirling
- Kombination:
 - Motorblockwärme: ORC bzw. Stirling
 - Abgas: Dampf

ELEKTRISCHER WIRKUNGSGRAD

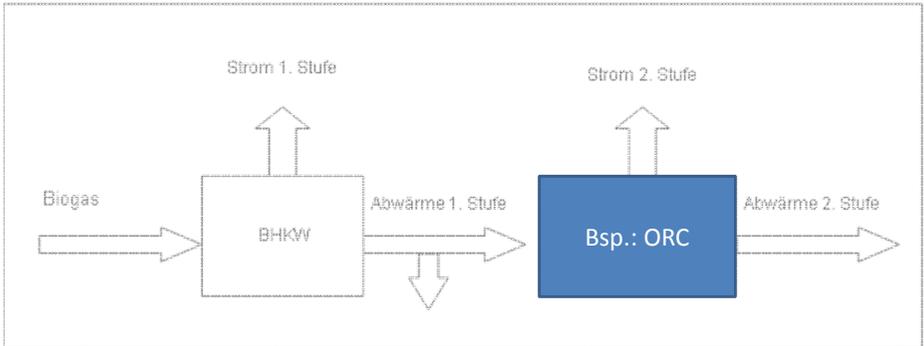
elektrischer Wirkungsgrad ~ Δ Temperatur

Δ Temperatur = Vorlauf - Rücklauf

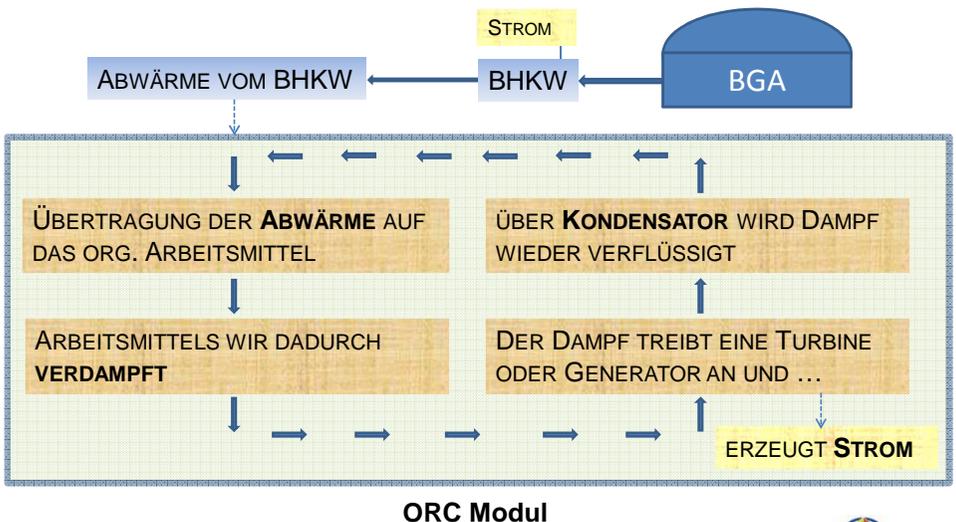
Vorlauf ~ Abgaswärme, Motorblockwärme

Rücklauf ~ schwankt

ANLAGENBEGRIFF NACHVERSTROMUNG



FUNKTIONSWEISE Bsp.: ORC



BEISPIELE NV



AWN von Langlechner:
Dampfprozess



E-Pack von Orcan: ORC



C.A.R.M.E.N.

ANLAGENBEGRIFF NACHVERSTROMUNG

- Laut BGH Urteil vom 23.10.2013 (VIII/ZR262/12) ist **Nachverstromung (NV) keine eigenständige Anlage**
- Inbetriebnahme NV ab dem 01.08.2014 – **Gleichstellung mit BGA** bzgl. **Vergütungshöhe und -dauer**

Vergütung/Bonus	EEG 2004 / 2009		EEG 2012		EEG 2014	
	BHKW	NV	BHKW	NV	BHKW	NV
BHKW-Vergütung	x	x	x	x	x	x
Technologiebonus*		x				
KWK-Bonus	kein KWK-Bonus für NV, da anlagenintern und auf Negativliste (EEG 2009)		Nutzung Abwärme durch NV zur Erfüllung Wärmenutzungspflicht (60 %)			

* EEG 2009: Technologiebonus für Strom aus Nachverstromung, nur wenn Wärmenutzung gemäß Anlage 3 bzw. eta-el \geq 45 %

➔ Vergütung der NV im Vorfeld mit Netzbetreiber klären!!!



C.A.R.M.E.N.

VOLLEINSPEISUNG ODER ÜBERSCHUSSEINSPEISUNG?

*Höchstbemessungsleistung (HBL)

Bsp.: 500 kW BGA, 95 % = 475 kW * 8.760 h/a = **4.161 MWh/a**

Volleinspeisung

- 4.000 MWh (BHKW) + 280 MWh (35 kW_{el} NV) = **4.280 MWh/a**
(- 1,5 % Trafoverluste) ergibt 4.216 MWh/a (> HBL)
- 55 MWh/a über HBL (nur Börsenpreis) oder
- Substrat reduzieren und HBL „ausreizen“?

Überschusseinspeisung

- 8 % Eigenverbrauch: 320 MWh/a
- 4.280 – 320 = **3.960 MWh/a (< HBL)**
- HBL nicht ausgereizt, aber evtl. EEG-Umlage zu zahlen (ca. 6.000 €)

*Nachverstromung erhöht die HBL nicht!



ANBIETER VON NV-ANLAGEN

Anbieter (kein Anspruch auf Vollständigkeit)	Eingangslleistung kW _{th}	Leistung kW _{el}	Wirkungsgrad %
GMK (Gesellschaft für Motoren und Kraftanlagen mbH)	450-800	35-50	9,1 ²
PRO2 Anlagentechnik	400-800	30-80	8,3 ²
Orcan Energy GmbH	300	20	7 ¹
Dürr Clean Technology Systems	400-5000	40-1000	6-22 ¹
Bosch KWK Systeme GmbH	363-3125	34-345	9-11 ¹
Energiesysteme Alfred Gaile	150-300	30	10*
energy intelligence LAB GmbH	110	20	18 ¹
AWN GmbH (Langlechner)	180 – 750 el.	10 - 35	6-8 %
SteamDrive	250	20	

? Wirkungsgrad:

- aus el. oder th. Leistung berechnet?; - Wärmequelle?: Abgas, Motorblock
- Brutto oder Netto?

→ **Bei Angebot genau abfragen!, denn nur der eingespeiste Strom wird bezahlt!**

*netto
¹brutto
²nicht angegeben



INVESTITION NACHVERSTROMUNG

Anlagen- größe	thermische Leistung	Investition	
		in €	in T€ / kW _{el}
in kW _{el}	in kW _{th}		
70	1.000	297.000	4,2
35	500	192.500	5,5
21	300	136.500	6,5
18	250	122.500	7,0
13	180	100.000	8,0

incl. Einbindung in BHKW (Heißwasserleitung!), kein Verdampfer zur Kühlung des Rücklaufs erforderlich

Kostenabschätzung: Literaturwerte und eigene Berechnungen (C.A.R.M.E.N. e.V.)



WIRTSCHAFTLICHKEIT ALLGEMEIN

Annahmen

- 100 % fremdfinanziert, 3 % Kapitalzinssatz
- Nutzungsdauer: 10 Jahre (Garantien?), Nutzungsgrad: 8 %
- Instandhaltungskosten: 2 % / a
- Anlagenbedienung, Verwaltung: 1 h/w, 15 €/h
- Versicherung 0,5 % vom Anschaffungswert
- keine verbrauchgebunden Kosten durch ORC (keine Änderungen Stromeigenverbrauch)
- Volleinspeisung (wenn über HBL - Reduzierung Input Mais)
- EEG 2009: Umweltgutachterkosten nicht berücksichtigt



WIRTSCHAFTLICHKEIT ALLGEMEIN

Anlagenauslegung	Anlage 1	Anlage 2	Anlage 3
el. Leistung BHKW	1.000 kW _{el}	500 kW _{el}	250 kW _{el}
th. Leistung BHKW	1000 kW _{th}	500 kW _{th}	250 kW _{th}
Motorblockwärme / Abgaswärme	je 500 kW _{th}	je 250 kW _{th}	125 kW _{th}
Ansatz Ausnutzung Motorblockwärme	50 %		
Ansatz Ausnutzung Abgaswärme	90 %		
ergibt Wärmeleistung nutzbar	700 kW _{th}	350 kW _{th}	175 kW _{th}
el. Nutzungsgrad* NV Anlage	8%		
el. Leistung NV Anlage	56 kW _{el}	28 kW _{el}	14 kW _{el}
Vollbenutzungsstunden BHKW & NV	8.000 Vbh/a		

*Input Wärmemenge/ erzeugter Strom in einem Jahr unter praktischen Bedingungen
(z. B. Input 100 kW th oder el.; Output 8 kW el. = 8% Nutzungsgrad)



WIRTSCHAFTLICHKEIT NACHVERSTROMUNG EEG 2009

<i>Volleinspeisung</i>	1.000 kW	500 kW	250 kW
zusätzliche Einnahmen ORC	63.017 €/a	40.179 €/a	20.090 €/a
Ersparnis Mais (HBL)	0 €/a	0 €/a *	0 €/a
Summe Mehreinnahmen	63.017 €/a	40.179 €/a	20.090 €/a
Kapitalgebundene Kosten	39.949 €/a	25.823 €/a	16.360 €/a
Betriebsgebundene Kosten	2.130 €/a	1.655 €/a	1.337 €/a
Summe Kosten	42.079 €/a	27.478 €/a	17.697 €/a
<u>Gewinn</u>	<u>20.938 €/a</u>	<u>12.701 €/a</u>	<u>2.393 €/a</u>
Investition	297.000 €	192.500 €	122.500 €
mittlere Gesamt- kapitalrentabilität	17,5 %	16,6 %	7,3 %

Mittlere GKR = (Gewinn+Zinszahlungen)/(Investition/2)

Grund + Nawaro-Bonus, kein Gülle bzw. Formaldehydbonus



VARIATION DER WIRTSCHAFTLICHKEIT

Einfluss von Parametern auf die Wirtschaftlichkeit:

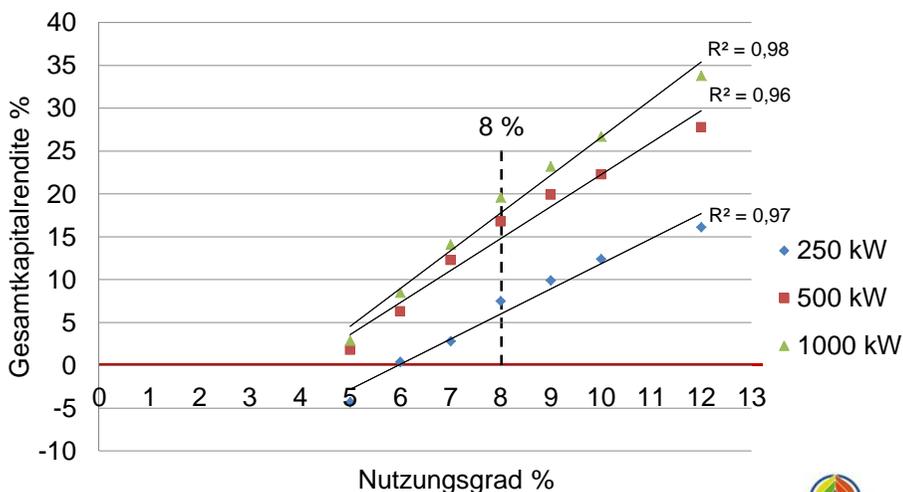
- Nutzungsgrad
- Nutzungsdauer
- Größe BHKW
- EEG

Welcher Parameter hat welchen Einfluss auf die Gesamtkapitalrendite



WIRTSCHAFTLICHKEIT VARIATION NUTZUNGSGRAD ORC

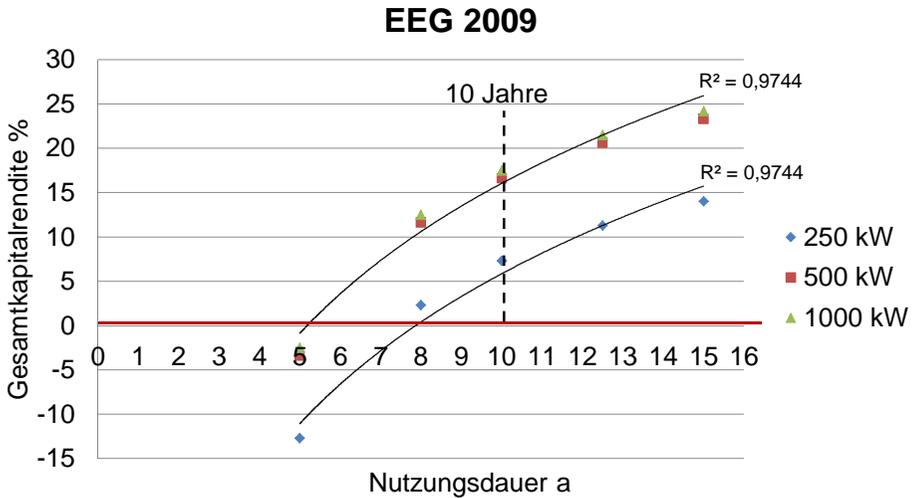
EEG 2009



Bei Nutzungsdauer 10 Jahre



WIRTSCHAFTLICHKEIT VARIATION NUTZUNGSDAUER ORC



Bei Nutzungsgrad 8 %



KfW Förderung 294 „Abwärme“

?????



VERANSTALTUNG ZUM THEMA



Dienstag
22. November 2016
Neumarkt i. d. Opl.

In Kooperation mit:



EEG VERGÜTUNG UND ZUSCHUSS?!

Mündliche Aussage (Telefonat mit KfW 23.05.)...auch EEG vergütete Anlagen können Zuschuss bekommen – **Einzelfallprüfung.**

Mehr zum Thema:



Nachverstromung in landwirtschaftlichen
Biogasanlagen – EEG und Wirtschaftlichkeit



Foto: C.A.R.M.E.N. e.V.

http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Nachverstromung_in_landwirtschaftlichen_Biogasanlagen.pdf



ZUSAMMENFASSUNG/FAZIT

- mittlerweile NV-Anlagen im kleinen Leistungsbereich verfügbar, aber: noch keine Langzeiterfahrungen (Referenzen)
- Vorteil: höhere Stromerzeugung, aber keine Mehrkosten für Substrat
- NV steigert Bemessungsleistung, aber nicht Höchstbemessungsleistung der BGA (=> Reduzierung Input / Überschusseinspeisung)
- Anlagenbegriff nach BGH geklärt – dennoch mit Netzbetreiber im Vorfeld die Vergütung klären
- v. a. unter EEG 2009 und 2012 kann sich eine NV-Anlage rentieren
- Anlagengröße (1 MW oder 500 kW) nur geringe Auswirkung auf Rendite, im kleineren Leistungsbereich sinkt die Rendite
- **jedes Projekt hat seine eigene Wirtschaftlichkeit**



DANKE FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT

Fragen, Wünsche, Anregungen?

Kontakt:

Falko Stockmann, Robert Wagner
C.A.R.M.E.N. e.V.
Schulgasse 18
94315 Straubing
Tel.: 09421-960-335, -350

www.carmen-ev.de
fs@carmen-ev.de



VARIATION WIRTSCHAFTLICHKEIT EEG 2009

500 kW _{el} BHKW, 35kW _{el} NV	Gewinn	mittl. GKR
Basis	19.080 €/a	23,2 %
100 % Abgaswärme (250 kW _{th}), NG 12 %, Invest 176 T€	16.866 €/a	22,6 %
Nutzungsgrad 6 %	2.656 €/a	6,2 %
Nutzungsdauer 5 a	- 362 €/a	3,2 %



C.A.R.M.E.N.

WIRTSCHAFTLICHKEIT NACHVERSTROMUNG EEG 2014

Volleinspeisung	1.000 kW	500 kW	250 kW
zusätzliche Einnahmen ORC	35.470 €/a	19.188 €/a	11.328 €/a
Kapitalgebundene Kosten	39.949 €/a	25.823 €/a	16.360 €/a
Betriebsgebundene Kosten	2.130 €/a	1.655 €/a	1.337 €/a
Summe Kosten	42.079 €/a	27.478 €/a	17.697 €/a
<u>Gewinn</u>	<u>-6.609 €/a</u>	<u>-8.290 €/a</u>	<u>- 6369 €/a</u>
Investition	297.000 €	192.500 €	122.500 €
mittlere Gesamt- kapitalrentabilität	Bei Nutzungsdauer 15 a	-5,2 %	-7,0 %
<u>Gewinn</u>	<u>3.192 €/a</u>	<u>-1.937 €/a</u>	<u>-2326 €/a</u>
mittlere Gesamt- kapitalrentabilität	5,6 %	1,5 %	-0,3 %



C.A.R.M.E.N.

WIRTSCHAFTLICHKEIT NACHVERSTROMUNG EEG 2012

Volleinspeisung	1.000 kW	500 kW	250 kW
zusätzliche Einnahmen ORC	66.192 €/a	40.377 €/a	20.189 €/a
Ersparnis Mais (HBL)	0 €/a	0 €/a	0 €/a
Summe Mehreinnahmen	66.192 €/a	40.377 €/a	20.198 €/a
Kapitalgebundene Kosten	39.949 €/a	25.823 €/a	16.360 €/a
Betriebsgebundene Kosten	2.130 €/a	1.655 €/a	1.337 €/a
Summe Kosten	42.079 €/a	27.478 €/a	17.697 €/a
Gewinn	24.113 €/a	12.899 €/a	2.492 €/a
Investition	297.000 €	192.500 €	122.500 €/a
mittlere Gesamt- kapitalrentabilität	19,6 %	16,8 %	7,5 %

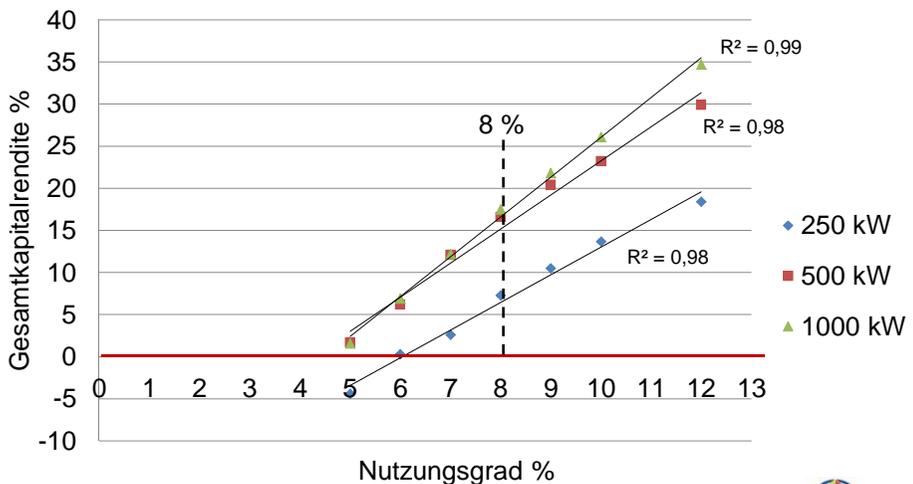
Mittlere GKR = (Gewinn+Zinszahlungen)/(Investition/2)

Grundvergütung + Einsatzstoffvergütungsklasse 1



WIRTSCHAFTLICHKEIT VARIATION NUTZUNGSGRAD ORC

EEG 2012

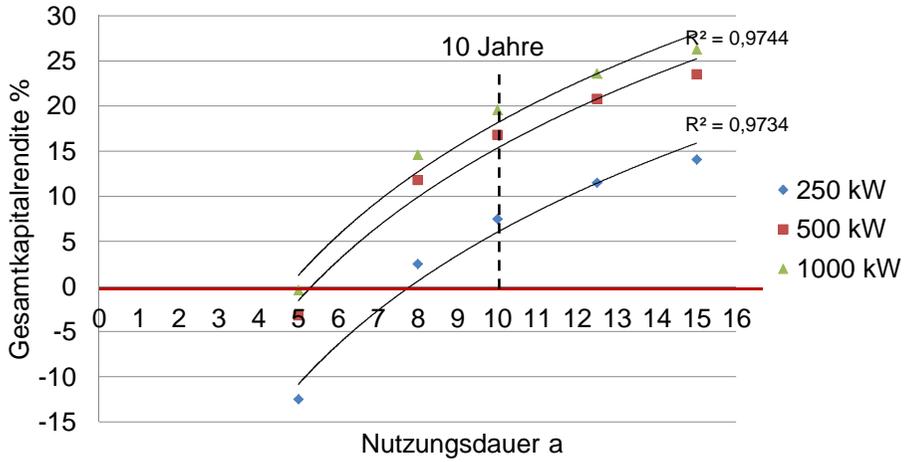


Bei Nutzungsdauer 10 Jahre



WIRTSCHAFTLICHKEIT VARIATION NUTZUNGSDAUER ORC

EEG 2012



Bei Nutzungsgrad 8 %

