

## Eigenenergieversorgung auf Deponien in der Nachsorge

**Wolfgang H. Stachowitz / Falko Ender**  
**DAS - IB GmbH**

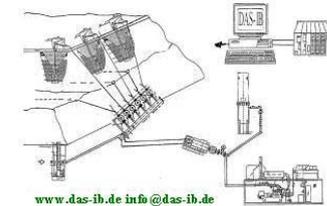
Diese Präsentation darf nur für TeilnehmerInnen an den 23. Kasseler Abfall – und Bioenergieforum vervielfältigt werden.  
Veröffentlichungen und weitere Vervielfältigungen bedürfen der schriftlichen Form durch die Verfasserin.  
Der Schutzvermerk nach DIN ISO 16016 (Dezember 2007) ist zu beachten

**DAS – IB GmbH**  
**LFG - & Biogas - Technology**

Biogas-, Klärgas- und Deponiegastechnologie:

- Beratung, Planung, Projektierung
- Schulung von Betreiberpersonal
- Sachverständigentätigkeit (u.a. § 29a nach BImSchG und Befähigte Person iSd BetrSichV und TRBS 1203)

Technischer Sitz /  
Postanschrift:  
Preetzer Str. 207  
D 24147 Kiel  
Kaufmännischer Sitz /  
Rechnungsanschrift:  
Flintbeker Str. 55  
D 24113 Kiel



Tel.: # 49 / 431 / 68 38 14 / 53 44 33 - 6 oder 8  
Fax.: # 49 / 431 / 200 41 37 / 53 44 33 -7

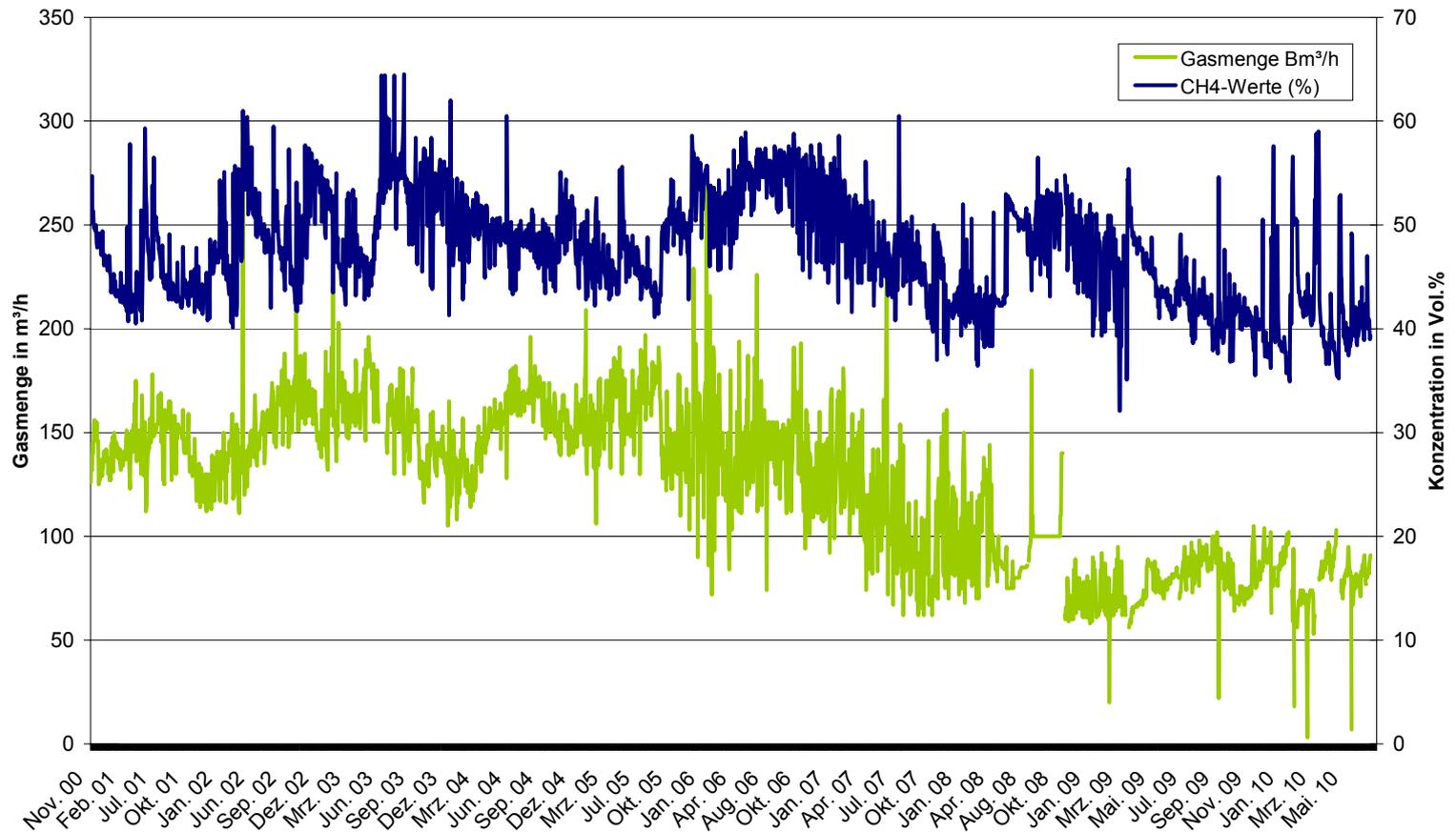
- 1 Aufgabenstellung**
  - 1.1 Schnittstellen
  - 1.2 Ausgangssituation und Datenbasis des Konzepts
- 2 Mögliche Deponiegasverwertungen**
  - 2.1 Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
  - 2.2 Mikrogasturbine
  - 2.3 Zündstrahlmotore
  - 2.4 Gas – Otto - Motore
  - 2.5 Vergleich der Anlagenauslastung
- 3 Weitere Verfahren zur Abdeckung des Energiebedarfs**
  - 3.1 Photovoltaikanlage
  - 3.2 Deponiegasbrenner mit – kessel und Nebeneinrichtungen
- 4 Vergleich der Verwertungsverfahren**
  - 4.1 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Verwertungsmöglichkeiten

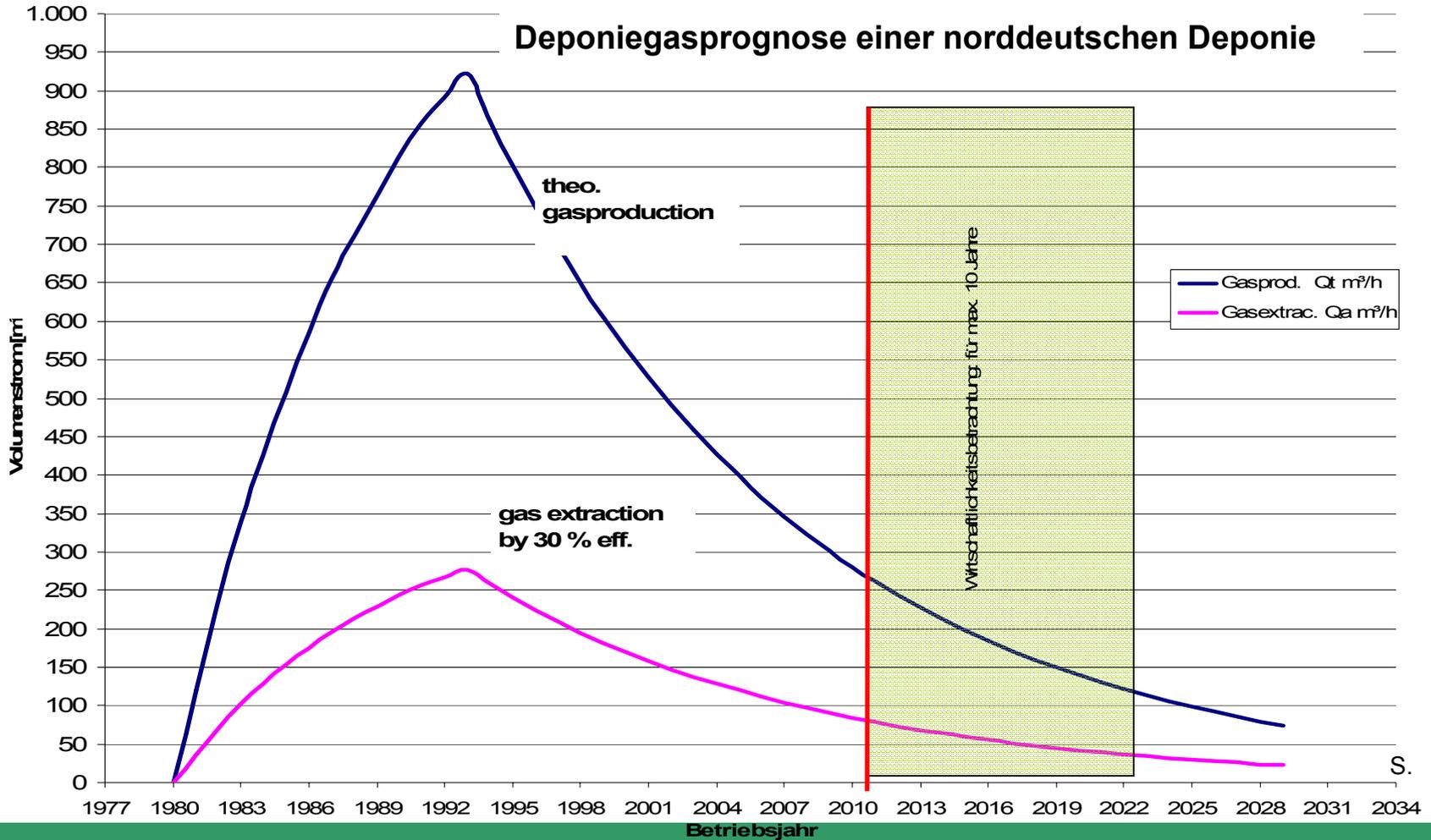
---

**1. Aufgabenstellung** / Schnittstellen / Ausgangssituation und Datenbasis des Konzepts

- energieautarker Betrieb (eigene Energieversorgung) der bestehenden
- wirtschaftlicher Vergleich der verschiedenen Anlagentechnik
- Abdeckung der elekt. und therm. Grundlasten durch
  - Mikrogasturbine / Zündstrahlmotoren / Gas – Otto – Motore / Heizkessel (2-Stoff-Brenner mit Deponiegas) in Verbindung mit einer Photovoltaikanlage (PV)
- Meßwerte Deponiegasqualität und -quantität für die einzelnen Gasbrunnen, Stränge und das gesamte Gassystem
- Betriebsauswertungen / technischen Daten des bestehenden Maschinentechnik / Lageplan Gasfassungssystem / Deponiegasprognose auf Basis der realen Betriebsauswertung

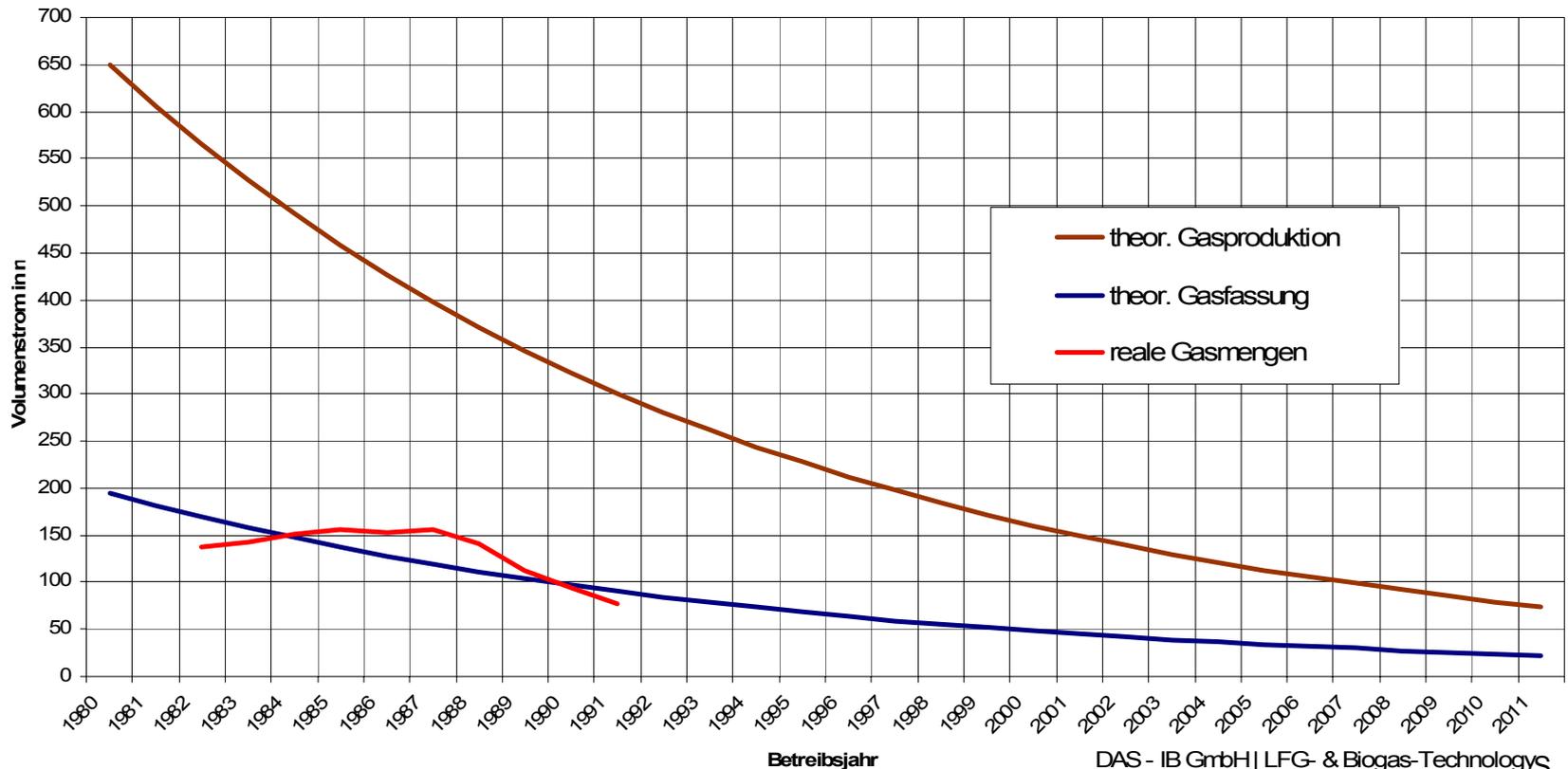
### Entwicklung der gefassten Gasmenge und -qualität auf Basis von Monatsmittelwerten





Effizienz des Fassungssystems mit 30 % angenommen und einem CH<sub>4</sub>-Gehalt von 50 Vol.-%).

Vergleich der Deponiegasprognose mit dem IST- Zustand



- Basis- und Oberflächeabdichtung
- Siedlungsabfälle 1965 – 1992
- 11 ha // 2 Mio. Mg<sub>ges</sub>



- 75 m<sup>3</sup>/h
- 43 Vol % CH<sub>4</sub>
- < 0,3 Vol % O<sub>2</sub>
- 630.000 m<sup>3</sup> / a<sub>09</sub>



- 2-stufige UO



- Propangas Heizkessel

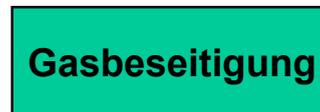


- 65 kW<sub>el</sub>

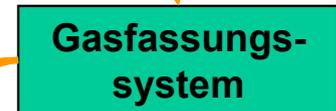
Wärme  
• 125 kW<sub>therm.</sub>



Gasottomotor mit 190kW<sub>el.</sub>



Fackelanlage (geschlossene Verbrennung)



- 34 GB
- 6 GSS
- Ringleitung
- 1 GVS mit 2 Verdichter

■ **Feststellung des IST - Zustand**



23. Kasseler Abfall - und Bioenergieforum  
vom 12.- 14. April 2011

**DAS - IB GmbH**  
**LFG- & Biogas - Technology**

[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

■ **Erzeuger und Verbraucher**



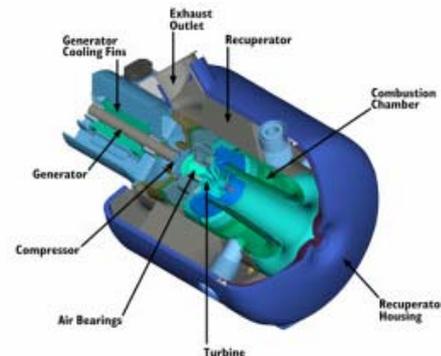
## 2. Mögliche Deponiegasverwertungen / Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

- Deponiegasprognose und Rohgasanalysen
- Eigenstrombedarf mit  $65 \text{ kW}_{\text{el}}$  sowie einem Wärmebedarf mit ca.  $125 \text{ kW}_{\text{th}}$  jeweils als Jahresmittelwert der bestehenden Anlagentechnik
- die Montage im bestehenden BHKW - Raum
- **Die Nutzungsdauer für alle Aggregate auf 10 Jahre und 7.500 Betriebsstunden pro Jahr**
- Restwert des Aggregats 1 € beträgt
- Nutzung der bestehenden Anlagentechnik wie z.B. Notkühler, Abgaskamin, Gasverdichter und Rohgasanalyse soweit möglich
- Brennstoff: Deponiegas mit Heizwert von  $5 \text{ kWh} / \text{m}^3$
- Die Wartungskosten wurden in Abhängigkeit der Betriebsstunden und Angebote / Preisangaben berücksichtigt.
- Die Fixkosten belaufen sich für die elekt. Energie auf  $0,15 \text{ €}$  pro kWh zuzüglich der Bereitstellungskosten von  $2.000 \text{ €} / \text{a}$  und die therm. Energie auf  $0,09 \text{ €}$  pro kWh
- Vergütung gem. EEG 2009 / bei der Turbine ggfs. zzgl. Technologiebonus
- Die überschüssige Wärme wurde in unserem Konzept nicht zusätzlich berücksichtigt

### 3. Mögliche Deponiegasverwertungen / Mikrogasturbinen

Auslastung	$\eta$ therm. [%]	$\eta$ elektr. [%]
100 %	46,2 bis 52,7	29 bis 33

118 bis 280 kW therm. bzw. 65 bis 200 kW el.



**Vorteile:** Niedrige Wartungskosten, niedrigere Abgasemissionen als bei Gasmotoren, höhere Wärmenutzung als bei Gasmotoren, Betrieb mit niedrigeren Methangehalten als Zünd – und Gasmotoren möglich, höhere Lebensdauer als Gasmotoren, soweit möglich EEG – Vergütung zzgl. Technologiebonus

**Nachteile:** hohe Investitionskosten, niedrigerer elektrischer Wirkungsgrad als bei Gasmotoren, i.d.R. ist eine Gasaufbereitung erforderlich – wesentlich höherer Vordruck als bei Motoren notwendig (5 bar statt 80 mbar)

### 3. Mögliche Deponiegasverwertungen / Gasmotore / Zündstrahlmotore

#### Gasmotoren:

**Vorteil:** robuster als Zündstrahlmotore,  
praxiserprobt

**Nachteil:** wirtschaftlicher Betrieb bei  
Methanwerten um 50 Vol % Optimal.

Auslastung	$\eta$ therm. [%]	$\eta$ elektr. [%]
100 %	45,4 bis 50,8	32,5 bis 38,4
75 %	45,2 bis 49,9	30,0 bis 37,1
50 %	45,3 bis 50,3	27,5 bis 31,8
<i>Mittelwert</i>	47,8 %	33,8 %

**125 bis 171 kW th bzw. 80 bis 124 kW el.**

#### Zündstrahlmotoren

**Vorteile:** Betrieb mit niedrigeren  
Methangehalten als Gasmotore, preiswert

**Nachteile:** Betrieb nur mit Zündöl möglich,  
niedrige Lebensdauer als Gasmotore

Auslastung	$\eta$ therm. [%]	$\eta$ elektr. [%]
100 %	39	40,5 bis 41,5

**107 bis 160 kW th bzw. 110 bis 170 kW el.**

### 3. Weitere Möglichkeiten zur Abdeckung des Energiebedarfs

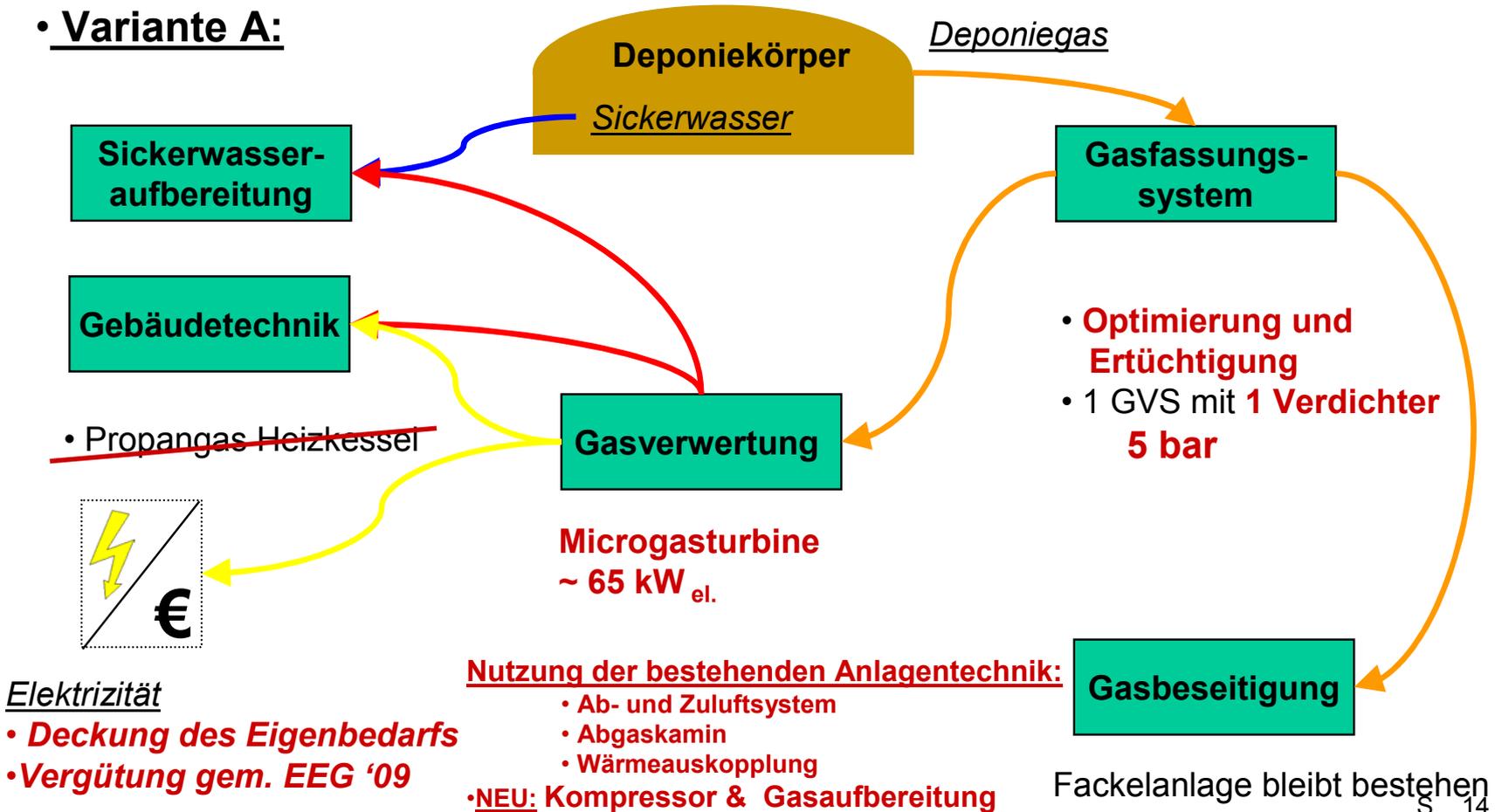
#### Netzgekoppelte Photovoltaik-Anlagen

zwischen 7 und 10 Quadratmeter je installiertem kWp (Kilowatt Peak, definiert als Leistung bei einer Einstrahlung von  $1.000 \text{ W / m}^2$ ). Je kWp nomineller Anlagenleistung ist in Mitteleuropa - je nach Lage und örtlichen Verhältnissen - bei optimaler Südausrichtung und einem Neigungswinkel der Module von etwa  $30^\circ$  mit einem Jahresertrag zwischen 800 und 1.000 kWh zu rechnen.

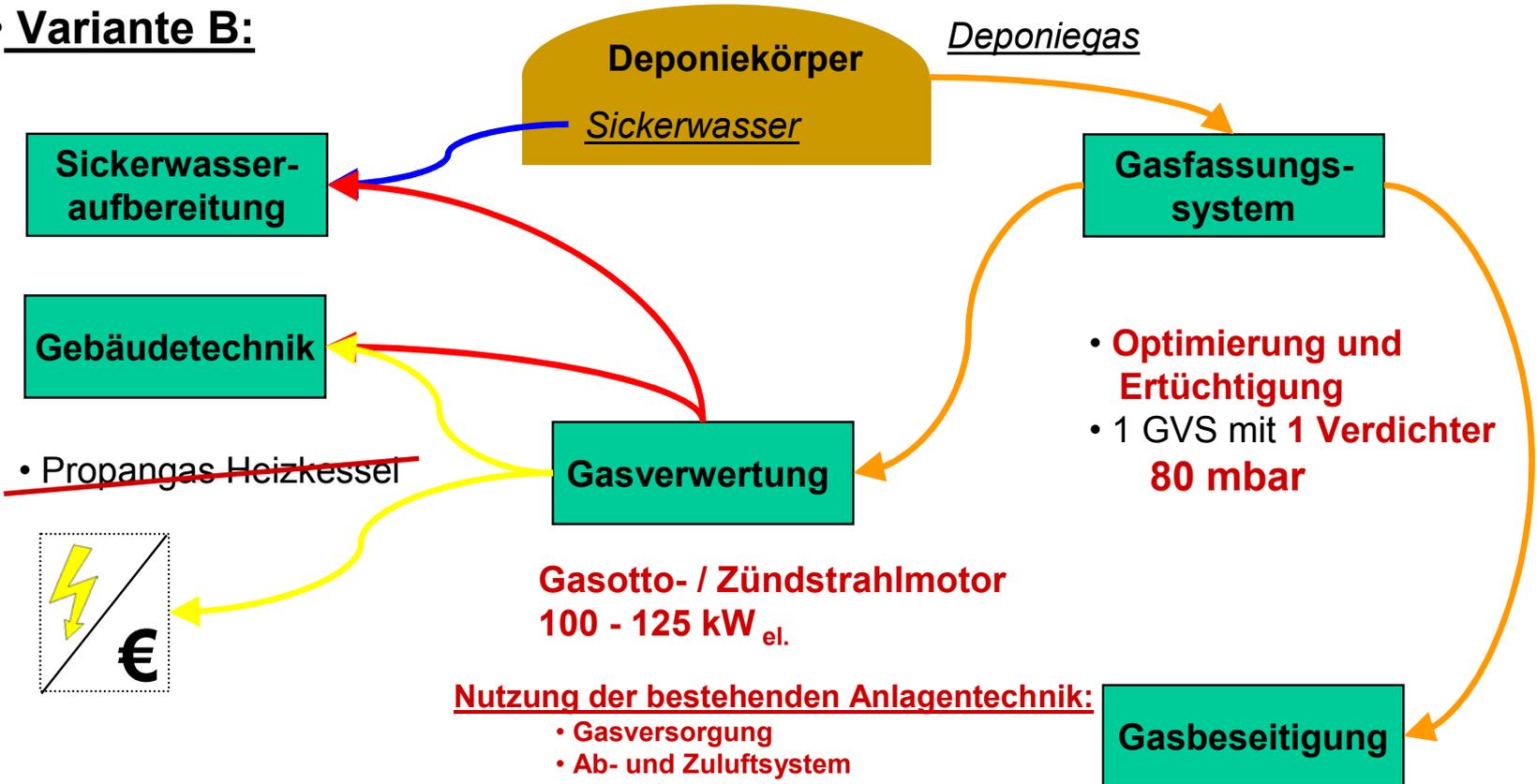
#### Heizkessel mit 2-Stoffbrenner

übliche Heizkessel mit speziell entwickelten Brennersystemen, in denen entweder als Brenngas z.B. Deponie- oder Biogas oder Propan, Erdgas oder Heizöl in thermische Energie umgewandelt wird.

• Variante A:



**• Variante B:**



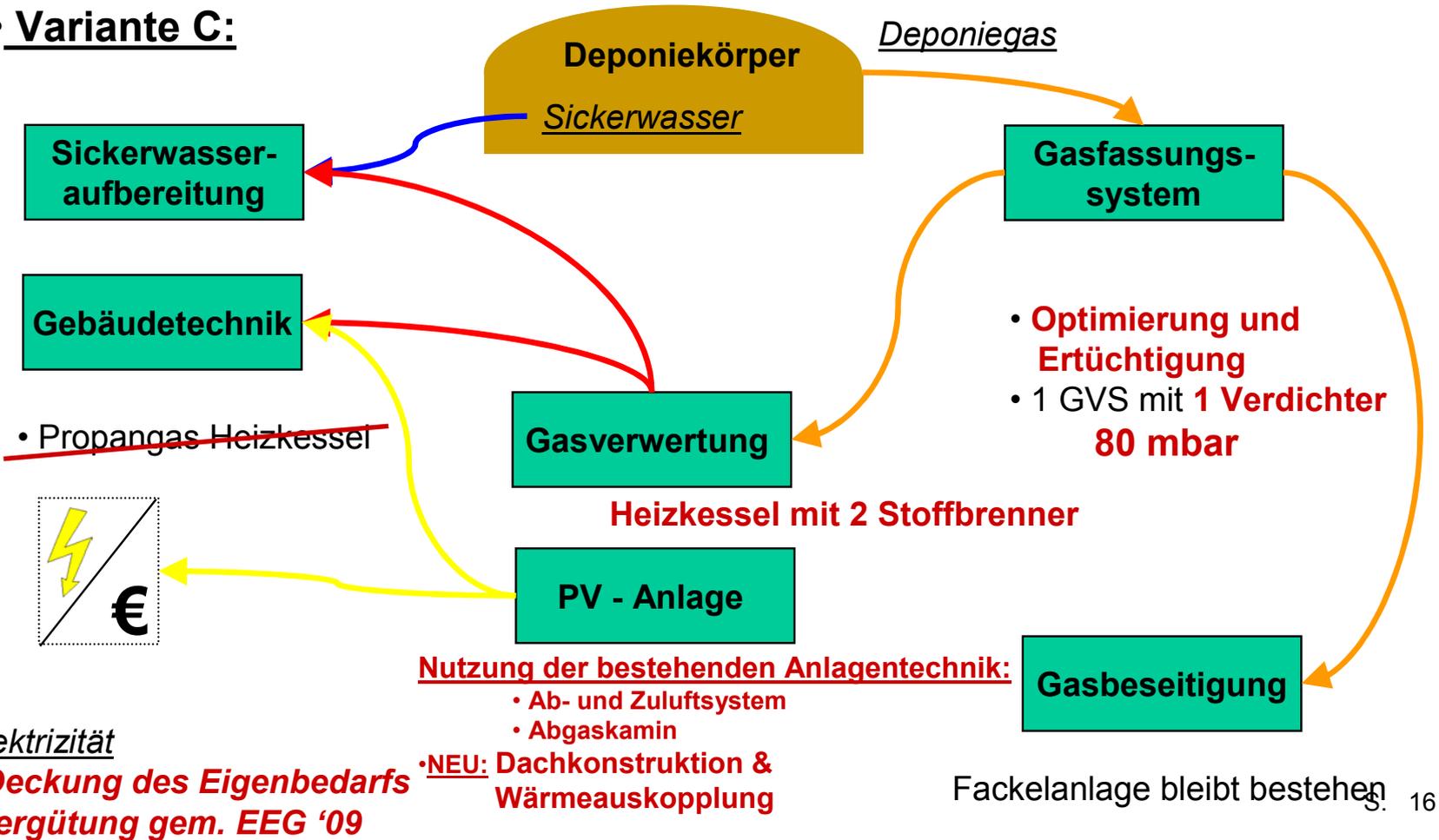
~~• Propangas Heizkessel~~

Elektrizität

- Deckung des Eigenbedarfs
- Vergütung gem. EEG '09

Fackelanlage bleibt bestehen 15

**Variante C:**



- 
- PV- Anlage // Grundlagen // Auswertung
    - Die zur Montage der PV-Anlage nutzbare Dachfläche beträgt ca.700 m<sup>2</sup>.
    - Eine optimale Dachausrichtung ist gegeben, Anpassung über Montage - Gestell
    - Die Tragfähigkeit der Dachkonstruktion ist gewährleistet
    - Die Vergütung beträgt ab 2011 durchschnittlich für die gesamte Leistung 27,31 Cent / kW.
    - Dadurch wird die leistungsabhängige und gestaffelte Vergütung vernachlässigt
    - Degression von 13 % lt. EEG
    - Der Jahresertrag einer Vergleichsanlage am Standort
  
  - Gemäß Richtpreisangeboten kann eine ca.128 kWp installiert werden
  - Jahresertrag ca. 104.000 kWh (IBN 2011, Stand XII 2010)
  - Gesamtinvestition von ca. 365.000 € (Stand XII 2010)
  - durchschnittliche Vergütung von ca. 20.500 € pro Jahr (Betriebsdauer von 20 Jahre)
  - Annuitäten ca. 18.000 € pro Jahr (20 Jahre Betriebsdauer )

Neben der hier aufgeführten Nutzungsvariante besteht ebenfalls die Möglichkeit, die Dachflächen und Freilandflächen an eine Leasinggesellschaft zu verpachten und somit lediglich die Flächen für Dritte zur Verfügung zustellen, diese Variante wurde von uns nicht betrachtet

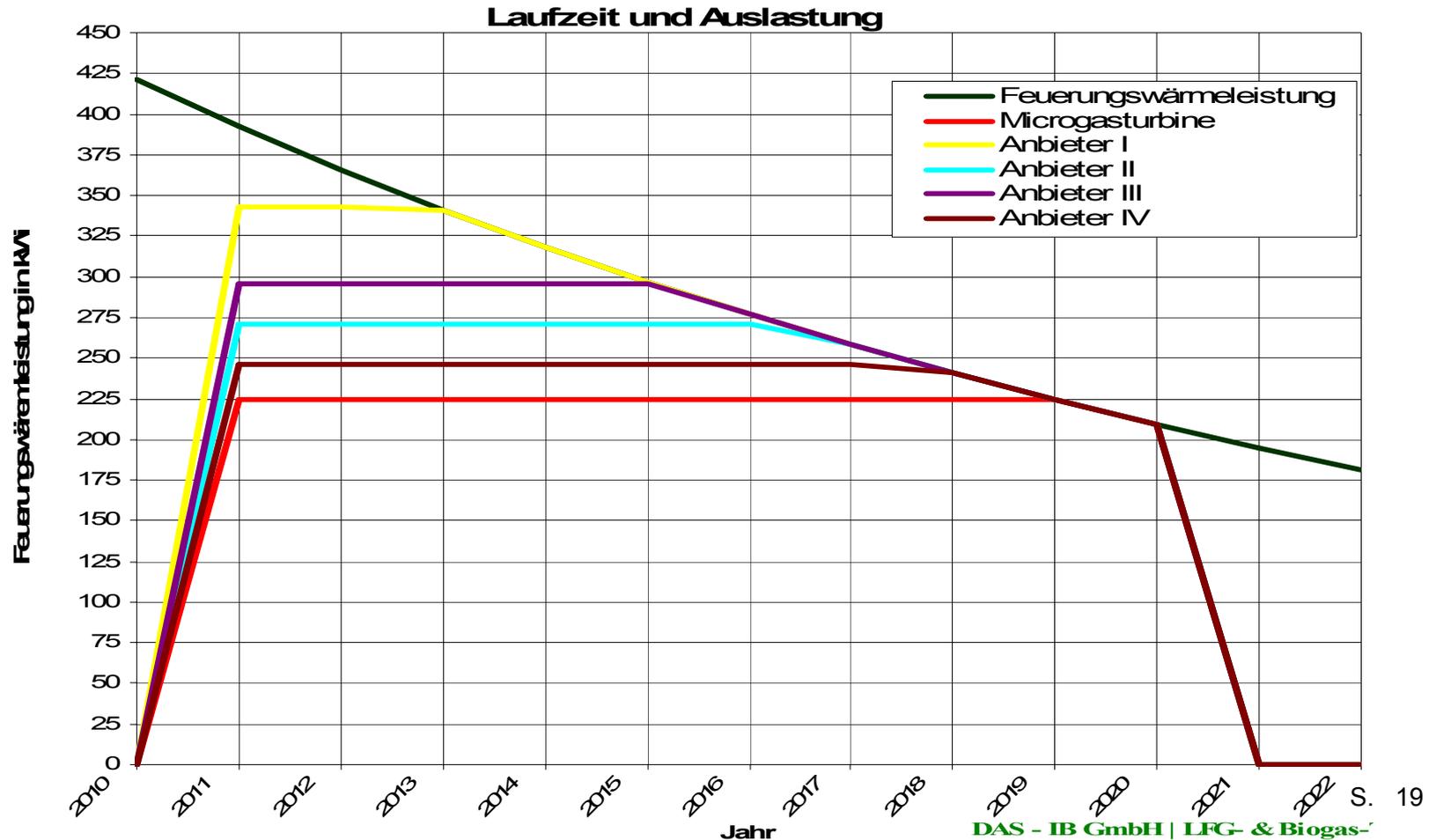
---

■ Heizkessel mit 2 Stoffbrenner // Grundlagen // Auswertung

Die Investitionskosten eines realen Deponiegasbrenner mit Kessel und Nebeneinrichtungen belaufen auf ca. 34.000 €, bei durchschnittlichen Wartungskosten von 1.500 € pro Jahr.

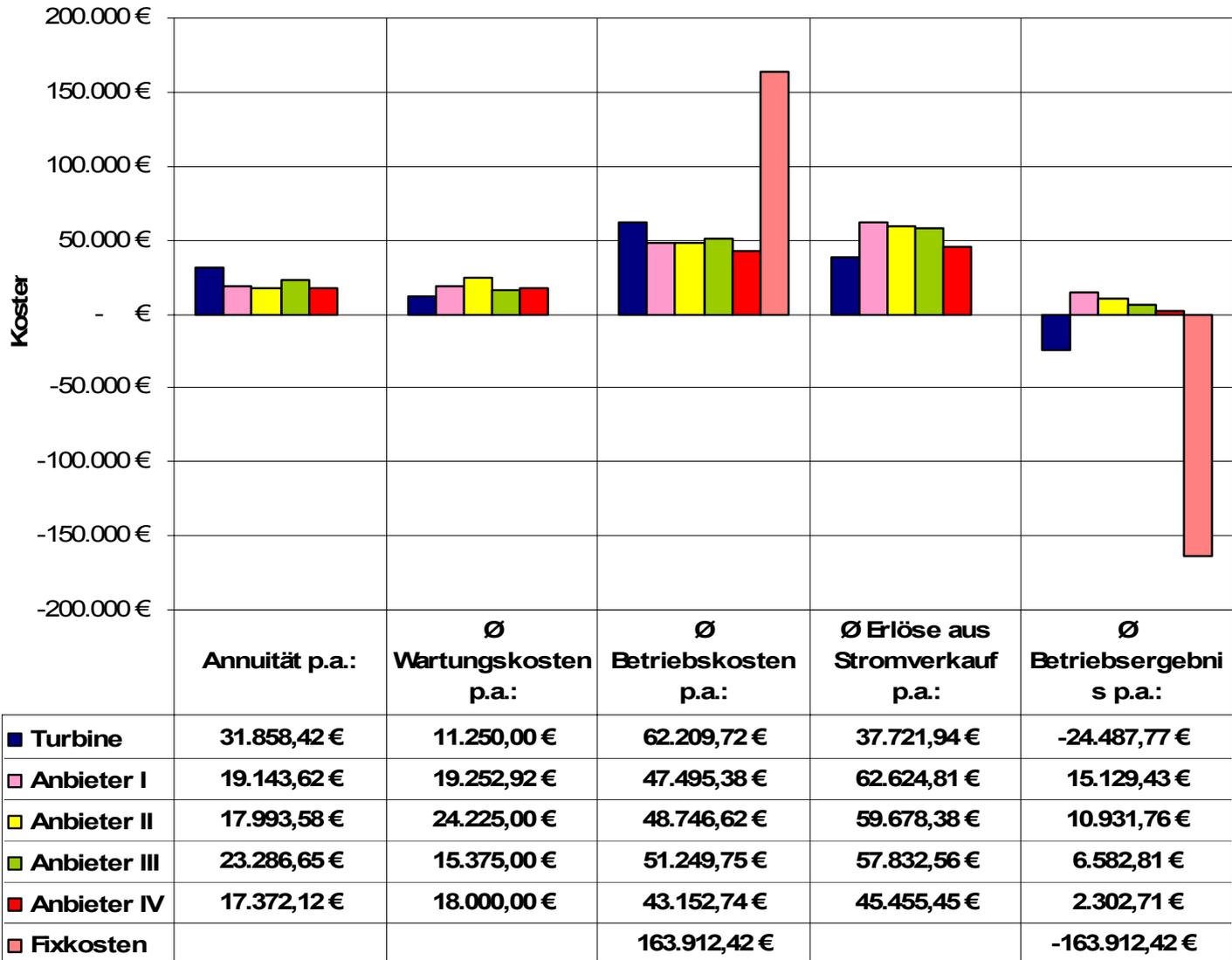
**Die Kombination aus PV-Anlage und Deponiegaskessel wurde von uns bei der umfassenden Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Verfahren aufgrund der folgenden Faktoren nicht weiter betrachtet:**

- Die o.g. Betrachtung beruht auf einer PV - Nutzungsdauer von 20 Jahren
- schwer abzuschätzende Preisentwicklung für die Anschaffungskosten der PV-Anlage aufgrund der dynamischen Marktsituation
- hohe Abhängigkeit der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für PV-Anlagen aufgrund der derzeit eher dynamischen und schwer abzuschätzenden politischbedingten Stromvergütung gem. EEG
- Ölpreisgebundene Betriebskosten für die Stützgasfeuerung des Deponiegaskessels



23. Kass  
vom 12.

Kostenvergleich



Firma

**23. Kasseler Abfall - und Bioenergieforum  
vom 12.- 14. April 2011**

**DAS - IB GmbH  
LFG- & Biogas - Technology**

[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

**Wirtschaftlichkeitsvergleich**

	Turbine	Anbieter I	Anbieter II	Anbieter III	Anbieter IV	Fixkosten
Invest Aggregat:	208.000 €	116.200 €	100.950 €	140.000 €	111.600 €	0
Lieferung, Montage und IBN vor Ort:	5.000 €	7.800 €	15.000 €	13.000 €	inkl. Invest	0
Anpassung vor Ort:	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	10.000 €	0
<b>Gesamtinvestition:</b>	223.000 €	134.000 €	125.950 €	163.000 €	121.600 €	0
Annuität p.a.:	31.858 €	19.144 €	17.994 €	23.287 €	17.372 €	- €
<b>Wartungskosten pro Betriebsstunde:</b>	1,50 €	2,57 €	3,23 €	2,05 €	2,40 €	€ / Bh
Ø Wartungskosten p.a.:	11.250 €	19.253 €	24.225 €	15.375 €	18.000 €	- €
Ø Zusätzliche Stromkosten p.a.:	13.596 €	- €	- €	- €	- €	75.125 €
Ø Zusätzliche Wärmekosten p.a.:	5.506 €	9.099 €	6.528 €	12.588 €	7.781 €	88.787 €
<b>Ø Betriebskosten p.a.:</b>	<b>62.210 €</b>	<b>47.495 €</b>	<b>48.747 €</b>	<b>51.250 €</b>	<b>43.153 €</b>	<b>163.912 €<sup>21</sup></b>

**Zusammenfassung:**

	Turbine	Anbieter I	Anbieter II	Anbieter III	Anbieter IV	Fixkosten
Ø Erlöse aus Stromverkauf p.a.:	37.722 €	62.625 €	59.678 €	57.833 €	45.455 €	
Ø Betriebsergebnis p.a.:	- 24.488 €	15.129 €	10.932 €	6.583 €	2.303 €	- 163.912 €
<b>Betriebsergebnis nach 10 Jahren:</b>	<b>- 244.878 €</b>	<b>151.294 €</b>	<b>109.318 €</b>	<b>65.828 €</b>	<b>23.027 €</b>	<b>- 1.639.124 €</b>

Wie aus dem Vergleich der jährlichen Betriebsergebnisse aller Varianten zu entnehmen sind die Gas – Otto - Motore als wirtschaftlichste Variante für einen Einsatz auf den „Konzept“ - Deponien unter den **v.g. Randbedingungen** (insb. gewünschte Betrachtungszeitraum: 10 Jahre) zu empfehlen.

Bei allen Verwertungsmöglichkeiten fällt auf, daß spätestens in den letzten drei Betriebsjahren der Wärmebedarf nicht vollständig abgedeckt werden kann und somit zusätzliche Kosten entstehen.

# Noch Fragen?



Wissen ist, wenn man weiß, wo es steht:

[www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)

Oder wir sehen uns in Erfurt ...  
oder auf Ihrer Anlage

Internationale  
Bio- und Deponiegas  
Fachtagung & Ausstellung  
in Erfurt 2011

- Deponiegasseminar am 2. Mai
- Tagung am 3. / 4. Mai
- Biogasseminar am 4. / 5. Mai

Synergien nutzen und  
voneinander lernen V

Veranstalterin: DAS - IB GmbH  
kfm. Sitz: Flintbeker Str. 55, 24113 Kiel,  
techn. Sitz: Preetzter Str. 207, 24147 Kiel  
Tel: 0431 / 683814 u. 534433 - 6, - 8, Fax: 2004137, - 7  
email: info @ das-ib.de [www.das-ib.de](http://www.das-ib.de)  
Organisation: Beate Lentz  
Die Konditionen für das Ausstellerforum und Anzeigen im  
Tagungsband erfragen Sie bitte bei der Veranstalterin.

Wir sind Mitglied:

UNION Fachverband Biogas e.V.  
Angelobenerstraße 12  
95569 Feinlo FnBB