

4. Praxistagung und Ausstellung
Deponie 2010
30. November und 1. Dezember 2010

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology
www.das-ib.de

Ist eine Deponieeigenversorgung mittels Deponiegas und Sonne für den Strom – und Wärmebedarf möglich und wirtschaftlich?

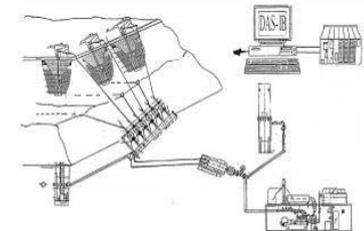
Wolfgang H. Stachowitz und Falko Ender DAS – IB GmbH, LFG- & Biogas - Technology, Kiel

**Diese Präsentation darf nur für TeilnehmerInnen an der 4. Praxistagung und Ausstellung am 30.XI.2010 und 1.XII.2010 in Hannover 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 Betriebspersonal
•Sachverständigentätigkeit

Kaufm. Sitz:
Flintbeker Str. 55
D-24113 Kiel
Techn. Sitz:
Preetzer Str. 207
D-24147 Kiel
Tel.: # 49 / 431 / 683814
Fax.: # 49 / 431 / 2004137
www.das-ib.de



4. Praxistagung und Ausstellung
Deponie 2010
30. November und 1. Dezember 2010

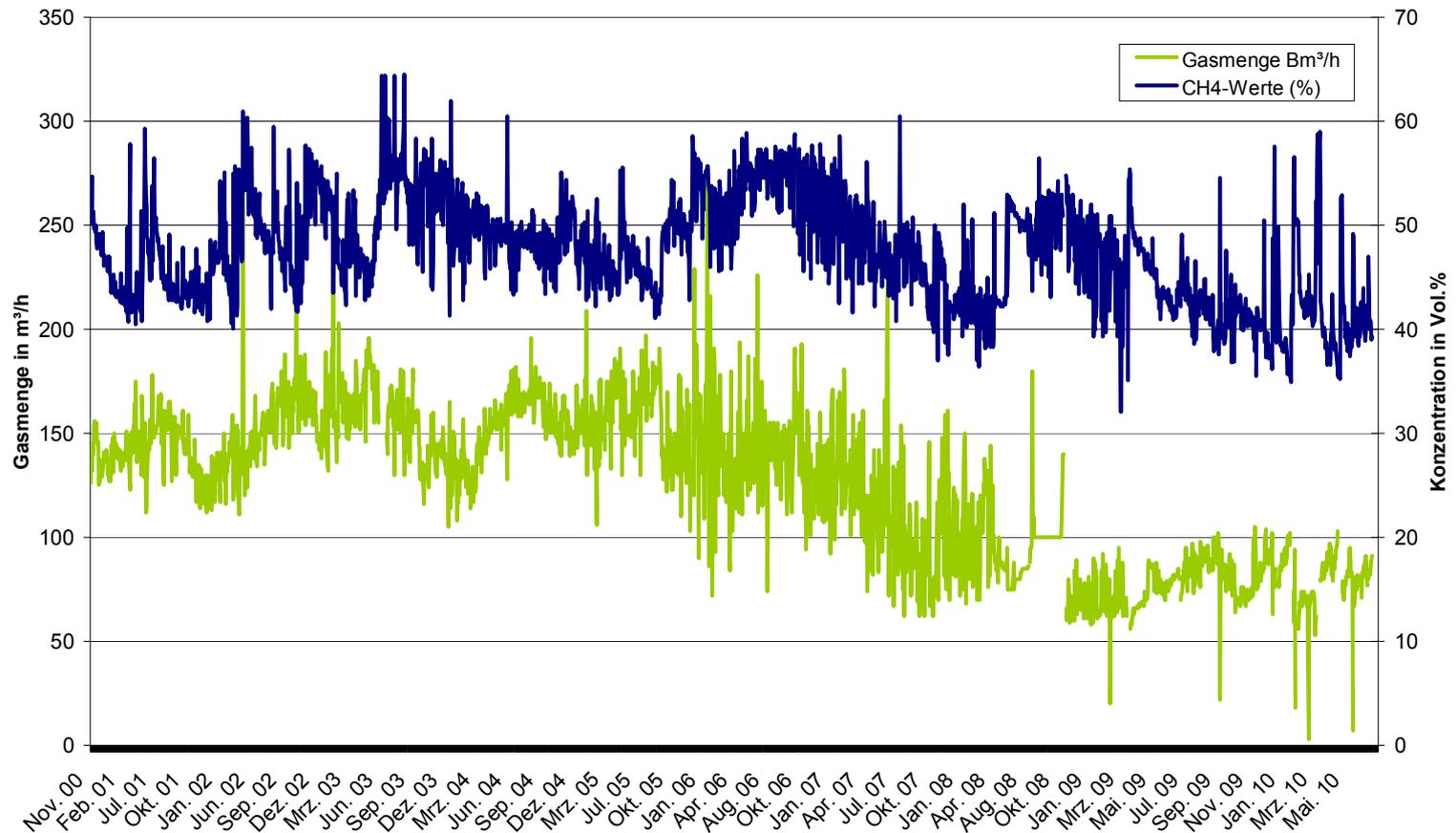
DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology
www.das-ib.de

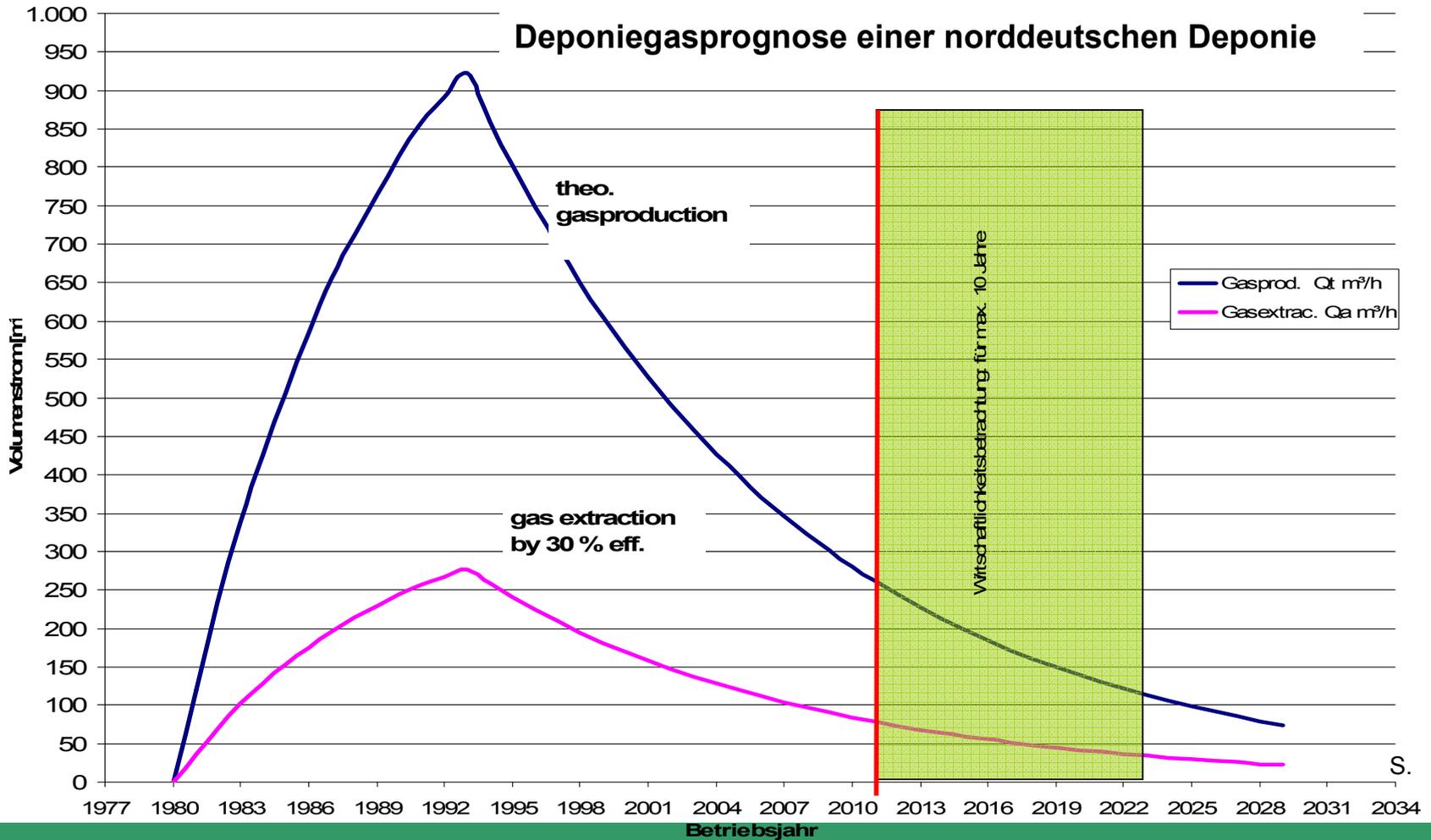
-
- 1 Aufgabenstellung**
 - 1.1 Schnittstellen
 - 1.2 Ausgangssituation und Datenbasis des Konzepts
 - 2 Mögliche Deponiegasverwertungen**
 - 2.1 Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
 - 2.2 Mikrogasturbine
 - 2.3 Zündstrahlmotore
 - 2.4 Gas – Otto - Motore
 - 2.5 Vergleich der Anlagenauslastung
 - 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
 - 5 Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse**
 - 6 Quellen**

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

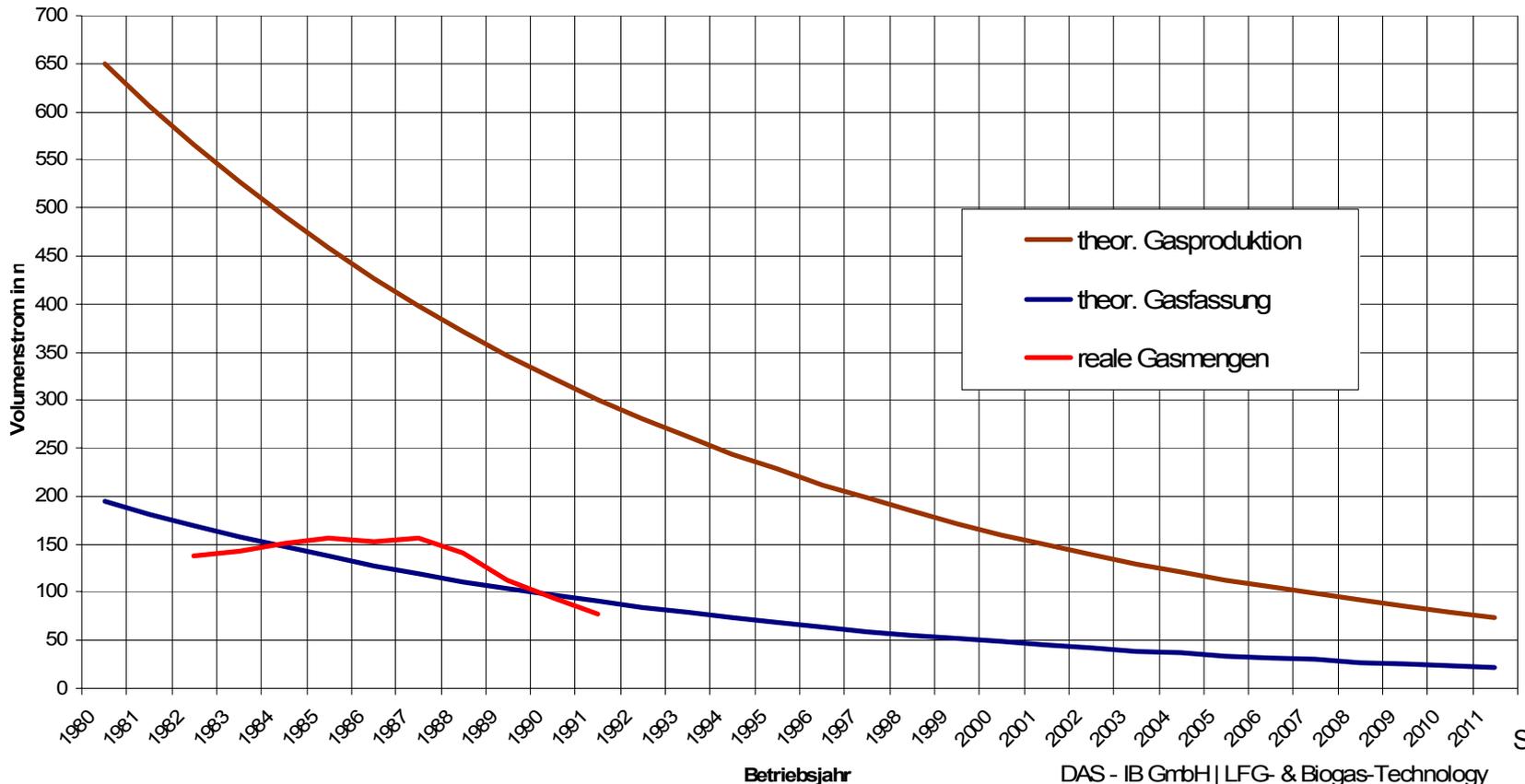
Entwicklung der gefassten Gasmenge und -qualität auf Basis von Monatsmittelwerten





Effizienz des Fassungssystems mit 30 % und einem CH₄-Gehalt von 50 Vol.-% angenommen

Vergleich der Deponiegasprognose mit dem IST- Zustand



4. Praxistagung und Ausstellung

Deponie 2010

30. November und 1. Dezember 2010

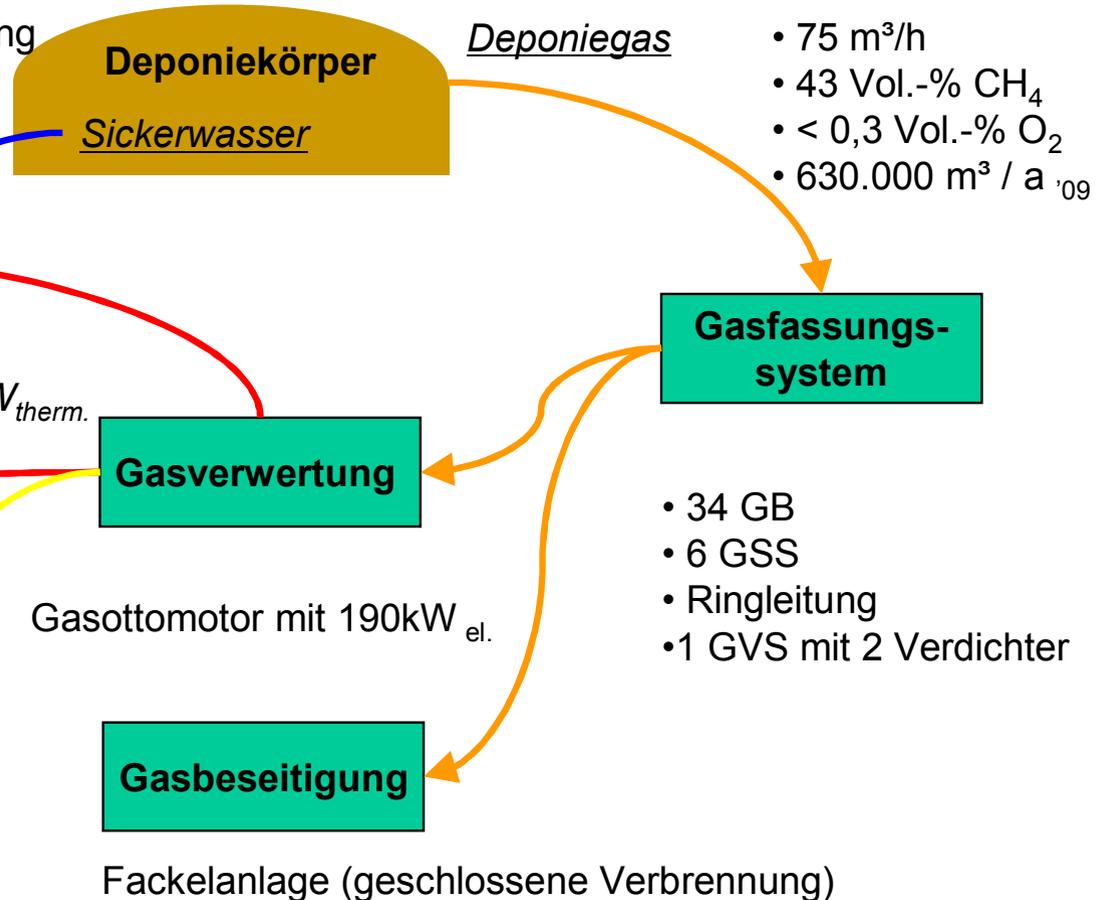
DAS - IB GmbH

LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de

■ Feststellung des IST - Zustand

- Basis- und Oberflächeabdichtung
- Siedlungsabfälle 1965 – 1992
- 11 ha // 2 Mio. Mg_{ges}



4. Praxistagung und Ausstellung
Deponie 2010
30. November und 1. Dezember 2010

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de

■ **Feststellung des IST - Zustand**



4. Praxistagung und Ausstellung
Deponie 2010
30. November und 1. Dezember 2010

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology

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

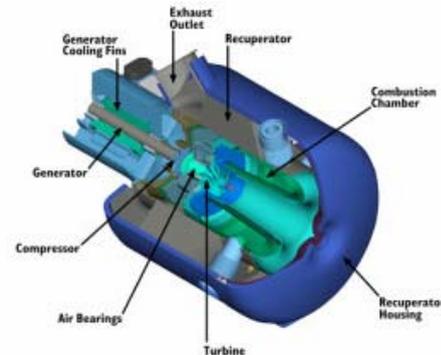
4. Praxistagung und Ausstellung
Deponie 2010
30. November und 1. Dezember 2010

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology
www.das-ib.de

3. Mögliche Deponiegasverwertungen / Mikrogasturbinen

Auslastung	η therm. [%]	η 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

4. Praxistagung und Ausstellung
 Deponie 2010
 30. November und 1. Dezember 2010

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology
www.das-ib.de

3. Mögliche Deponiegasverwertungen / Gasmotore / Zündstrahlmotore

Gasmotoren:

Vorteil: robuster als Zündstrahlmotore,
 praxiserprobt

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

Auslastung	η therm. [%]	η 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 therm. 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	η therm. [%]	η elektr. [%]
100 %	39	40,5 bis 41,5

107 bis 160 kW therm. bzw. 110 bis 170 kW el.

Leider wurde uns, trotz mehrfacher telefonischer Rücksprache, nur ein zu großes Aggregat von 250 kWel angeboten. Aufgrund der notwendigen hohen Feuerungswärmeleistung, die nicht zu den Gasmengen und unserer Anfrage gepasst hat, wurde der Zündstrahlmotor **nicht** weiter von uns berücksichtigt.

4. Praxistagung und Ausstellung
Deponie 2010
30. November und 1. Dezember 2010

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology
www.das-ib.de

3. Weitere Möglichkeiten zur Abdeckung des Energiebedarfs

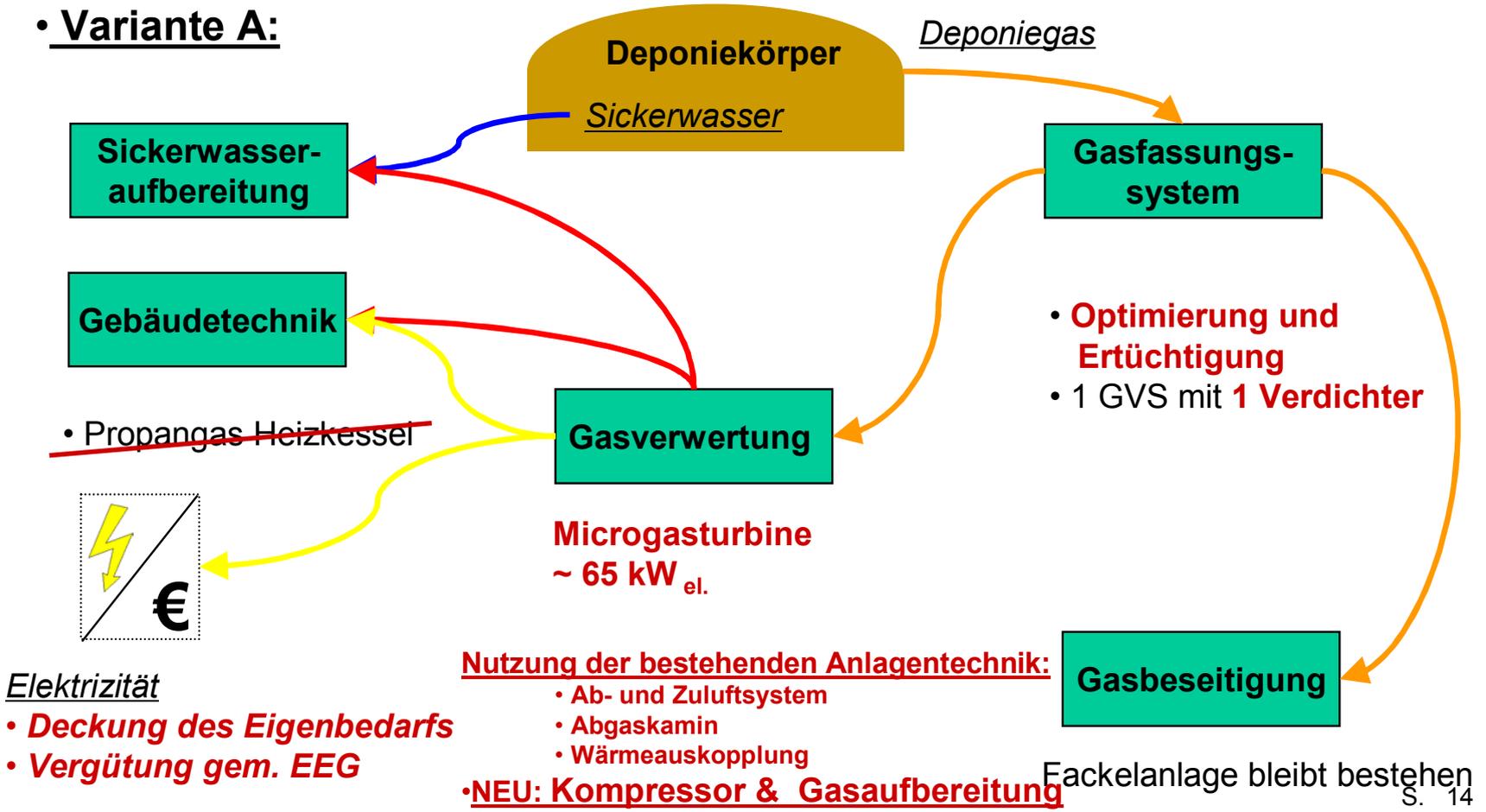
Netzgekoppelte Photovoltaik-Anlagen

zwischen 7 und 10 Quadratmeter je installiertem kWp (Kilowatt Peak, definiert als Leistung bei einer Einstrahlung von 1.000 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° 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:



Elektrizität

- **Deckung des Eigenbedarfs**
- **Vergütung gem. EEG**

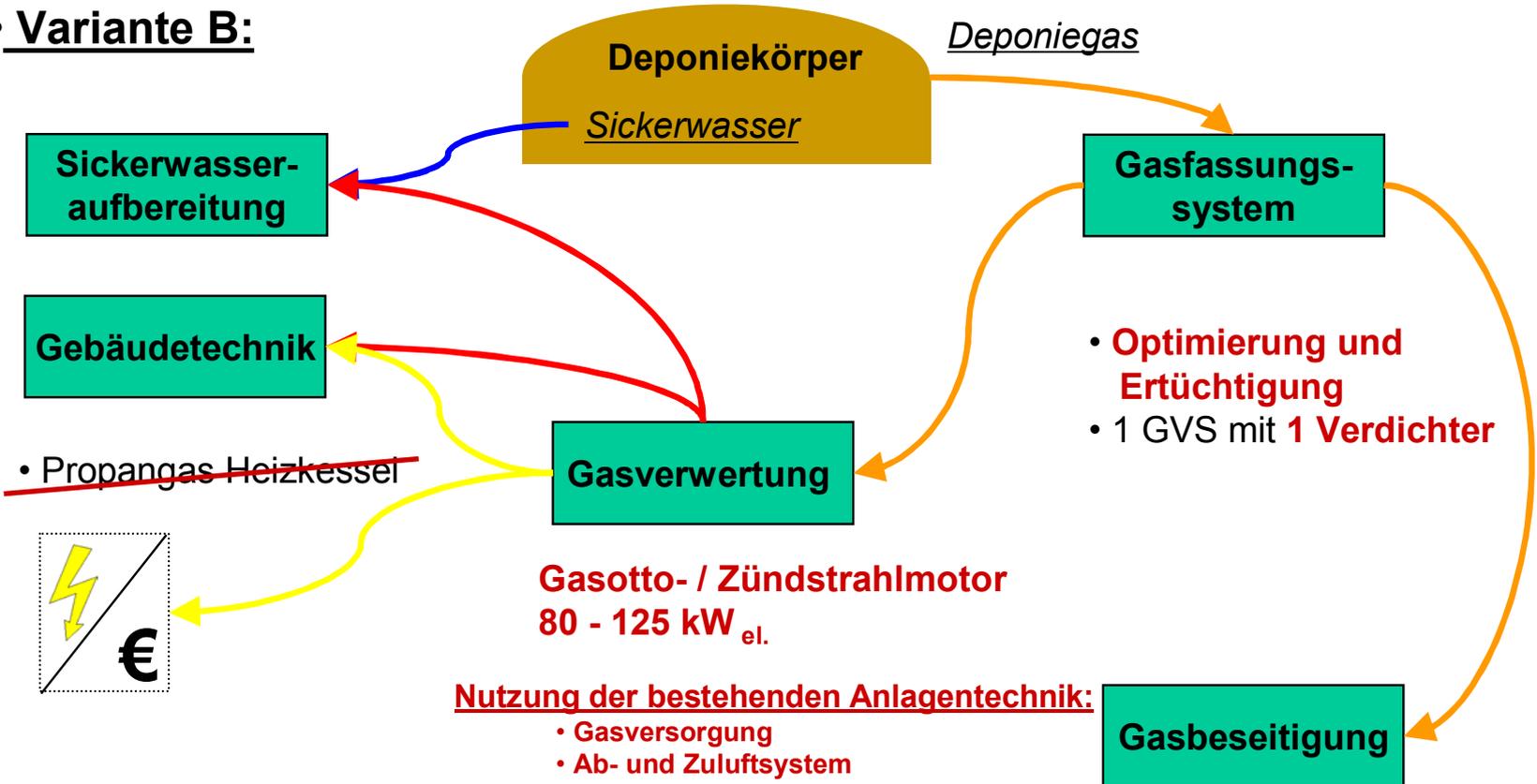
Nutzung der bestehenden Anlagentechnik:

- **Ab- und Zuluftsystem**
- **Abgaskamin**
- **Wärmeauskopplung**

•NEU: Kompressor & Gasaufbereitung

Fackelanlage bleibt bestehen
S. 14

Variante B:



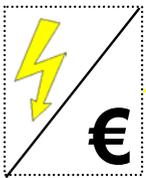
- **Optimierung und Ertüchtigung**
- 1 GVS mit **1 Verdichter**

Gasotto- / Zündstrahlmotor
 80 - 125 kW_{el.}

Nutzung der bestehenden Anlagentechnik:

- Gasversorgung
- Ab- und Zuluftsystem
- Abgaskamin
- Wärmeauskopplung

~~• Propangas Heizkessel~~

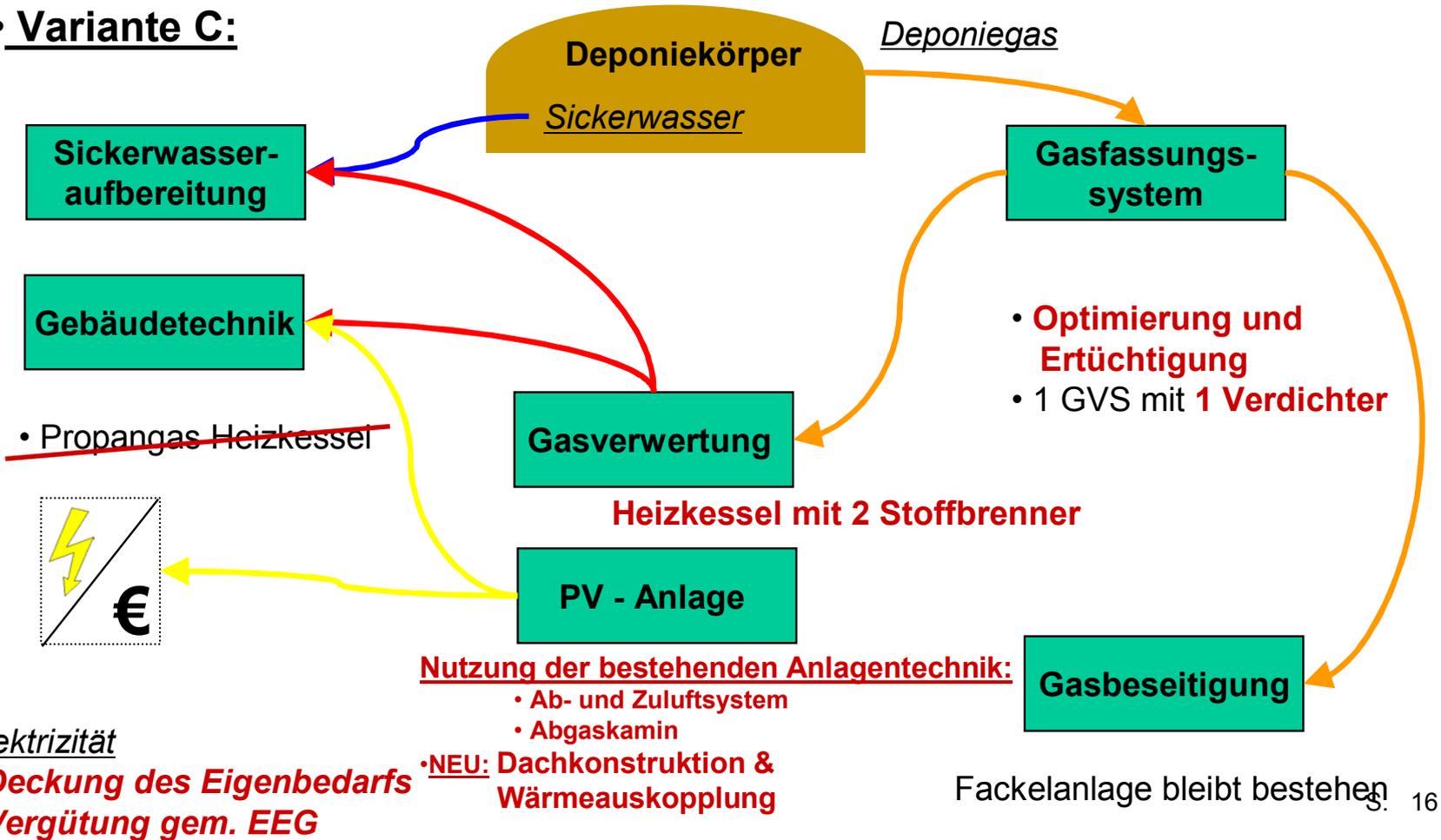


Elektrizität

- **Deckung des Eigenbedarfs**
- **Vergütung gem. EEG**

Fackelanlage bleibt bestehen 15

Variante C:



-
- PV- Anlage // Grundlagen // Auswertung
 - Die zur Montage der PV-Anlage nutzbare Dachfläche beträgt ca.700 m².
 - Eine optimale Dachausrichtung ist gegeben, Anpassung über Montagegestell
 - 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
 - Gesamtinvestition von ca. 365.000 €
 - 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 ursprünglichen Projektpreise (1998) wurden von uns mit einem TZ auf das Investitionsjahr 2011 angepaßt.

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

4. Praxistagung und Ausstellung

Deponie 2010

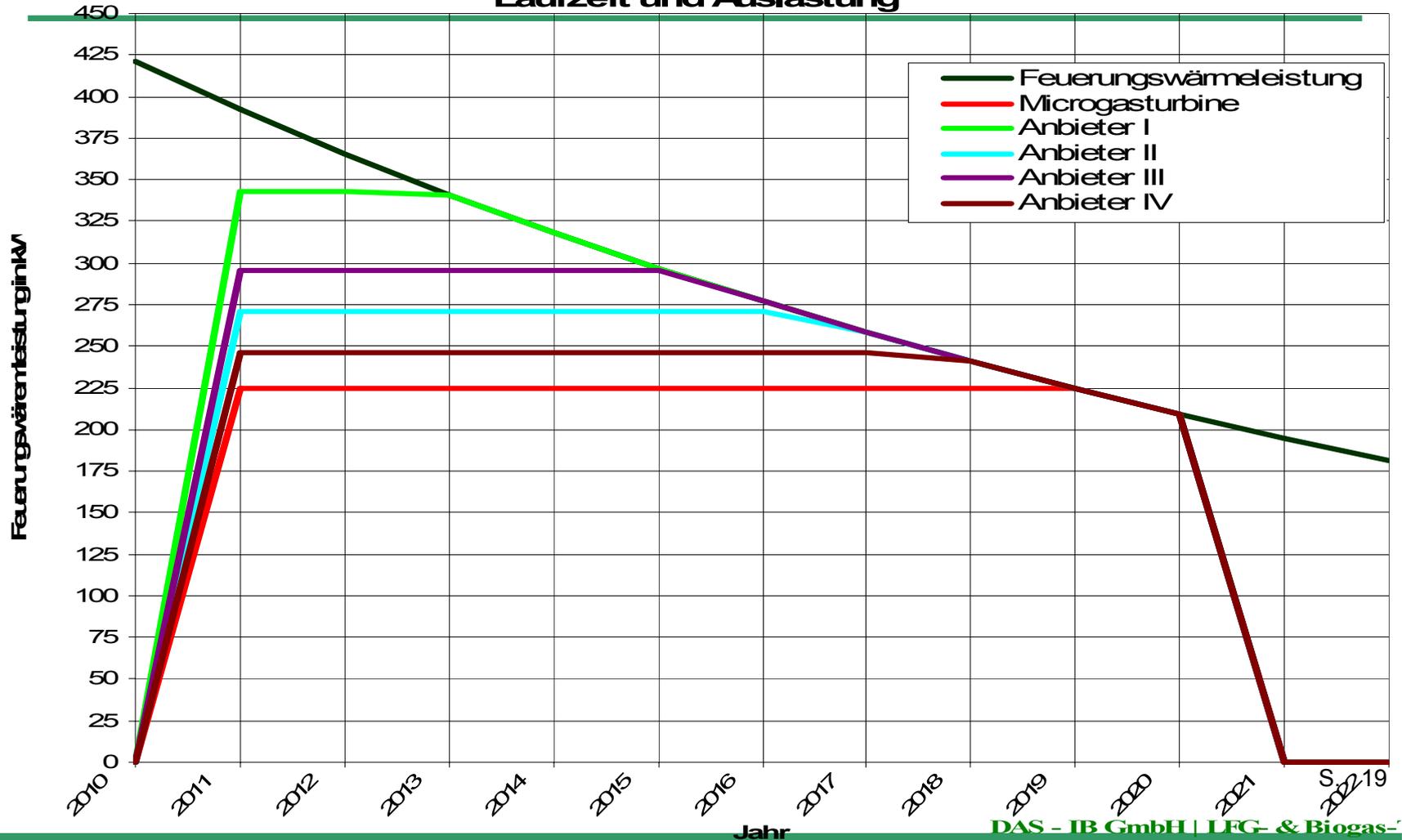
30. November und 1. Dezember 2010

DAS - IB GmbH

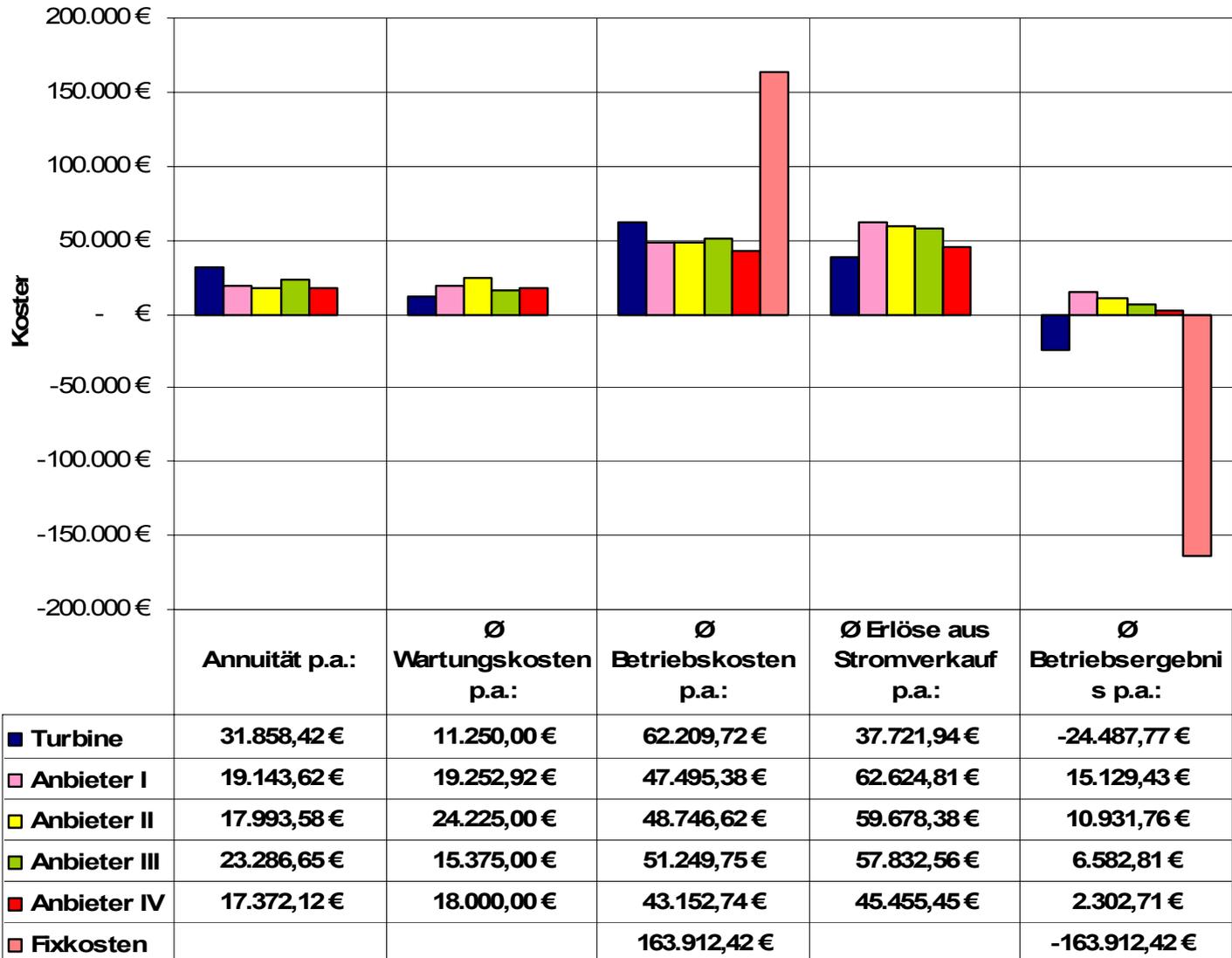
LFG- & Biogas - Technology

www.das-ib.de

Laufzeit und Auslastung



Kostenvergleich



Firma

4. Praxistagung und Ausstellung

Deponie 2010

30. November und 1. Dezember 2010

DAS - IB GmbH

LFG- & Biogas - Technology

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
Gesamtinvestition:	223.000 €	134.000 €	125.950 €	163.000 €	121.600 €	0
Annuität p.a.:	31.858 €	19.144 €	17.994 €	23.287 €	17.372 €	- €
Wartungskosten pro Betriebsstunde:	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 €
Ø Betriebskosten p.a.:	62.210 €	47.495 €	48.747 €	51.250 €	43.153 €	163.912 €²¹

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 €
Betriebsergebnis nach 10 Jahren:	- 244.878 €	151.294 €	109.318 €	65.828 €	23.027 €	- 1.639.124 €

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 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.

4. Praxistagung und Ausstellung
Deponie 2010
30. November und 1. Dezember 2010

DAS - IB GmbH
LFG- & Biogas - Technology
www.das-ib.de



Noch Fragen?

Wissen ist, wenn man weiß, wo es steht:
www.das-ib.de

