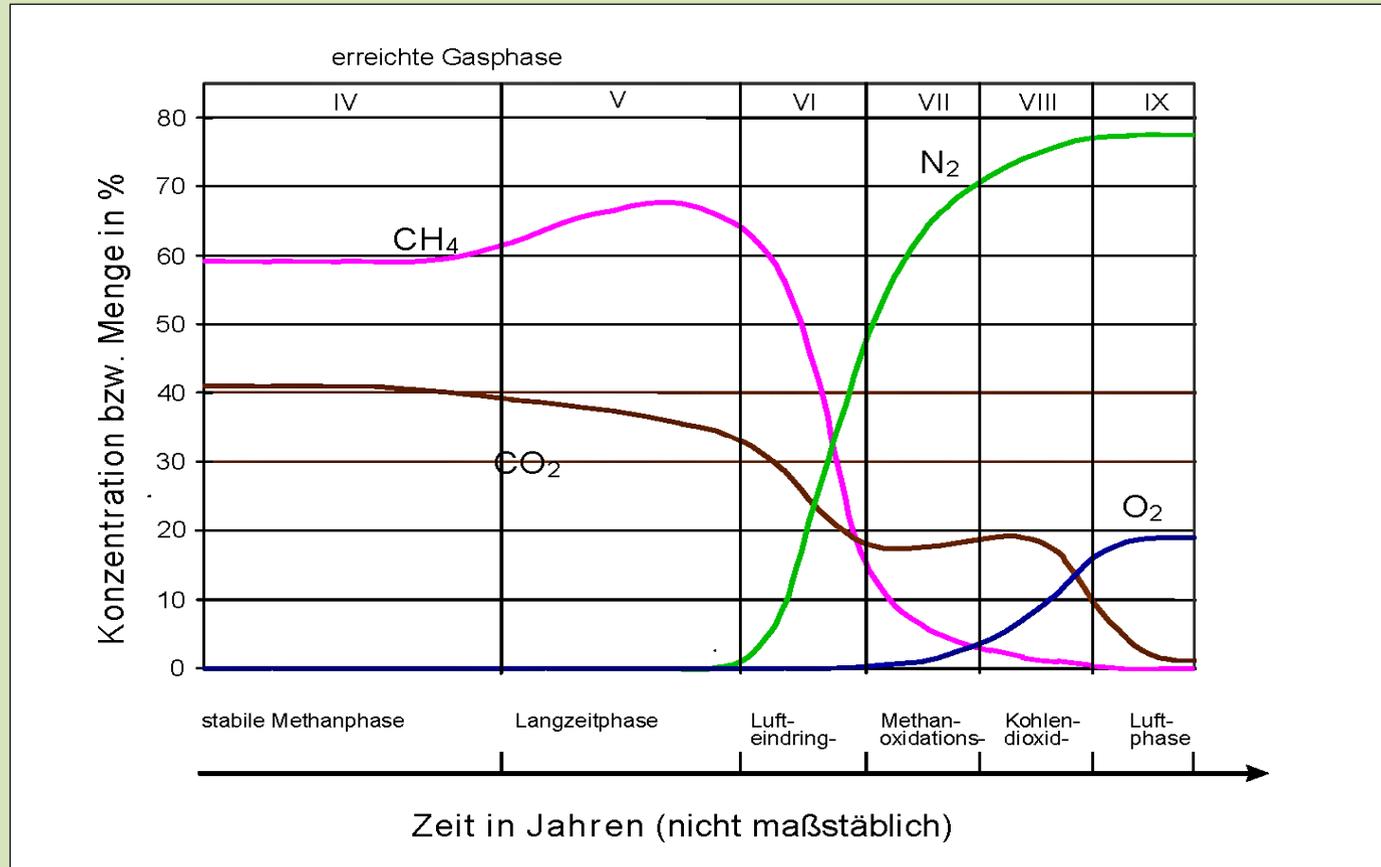


Deponiegasnutzung mit der Mikrogasturbine

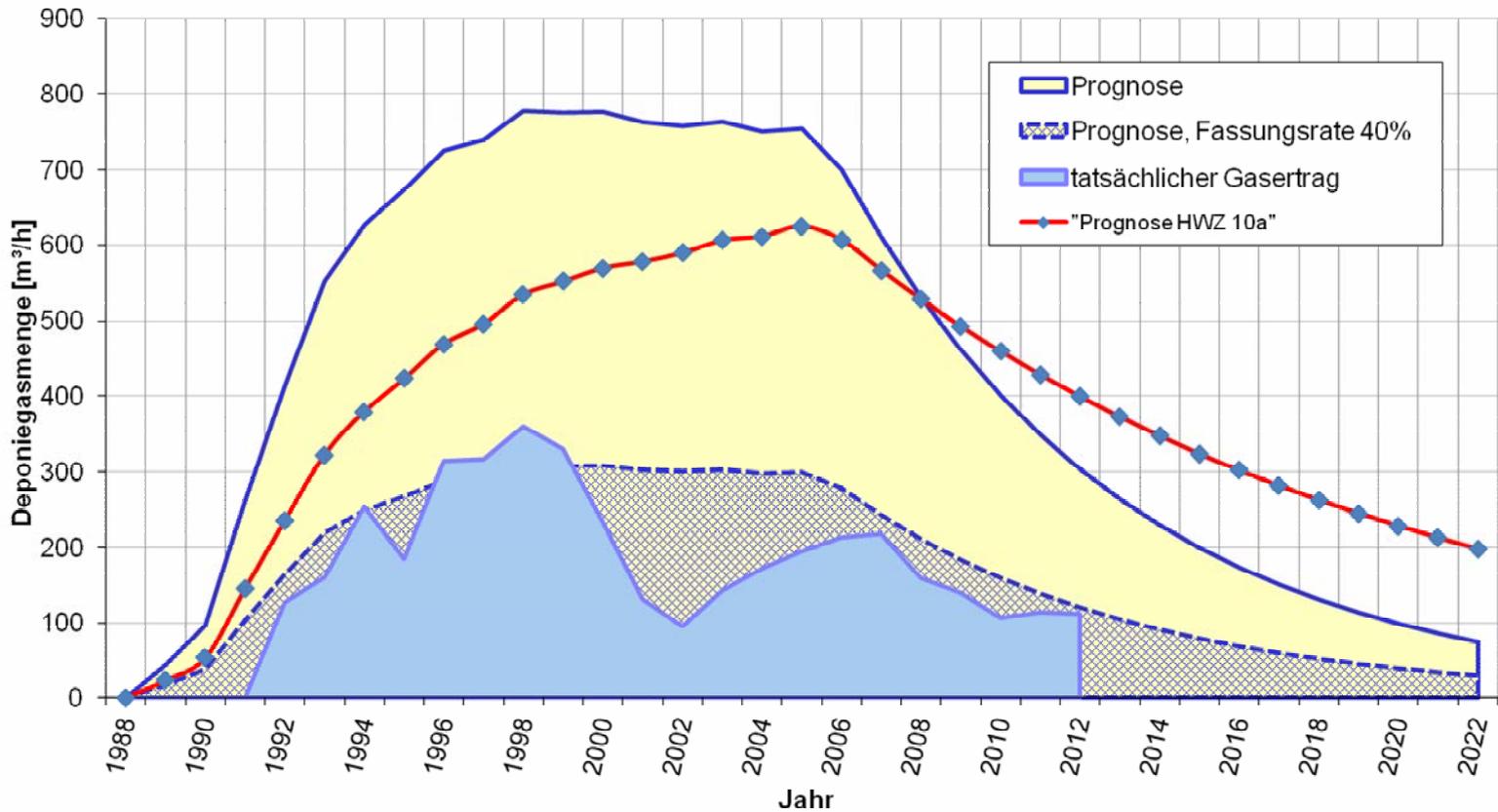
Andreas Krieter
Abfallentsorgung Kreis Kassel

**Internationale Bio- und Deponiegas Fachtagung
der DAS – IB GmbH in Magdeburg, 9. / 10.IV.2013**



*Qualitative Darstellung der Gaskonzentrationen im Deponiekörper im zeitlichen Verlauf
 aus: „Arbeitshilfe Deponiegas, Materialien Band 65 des Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Essen 2004“*

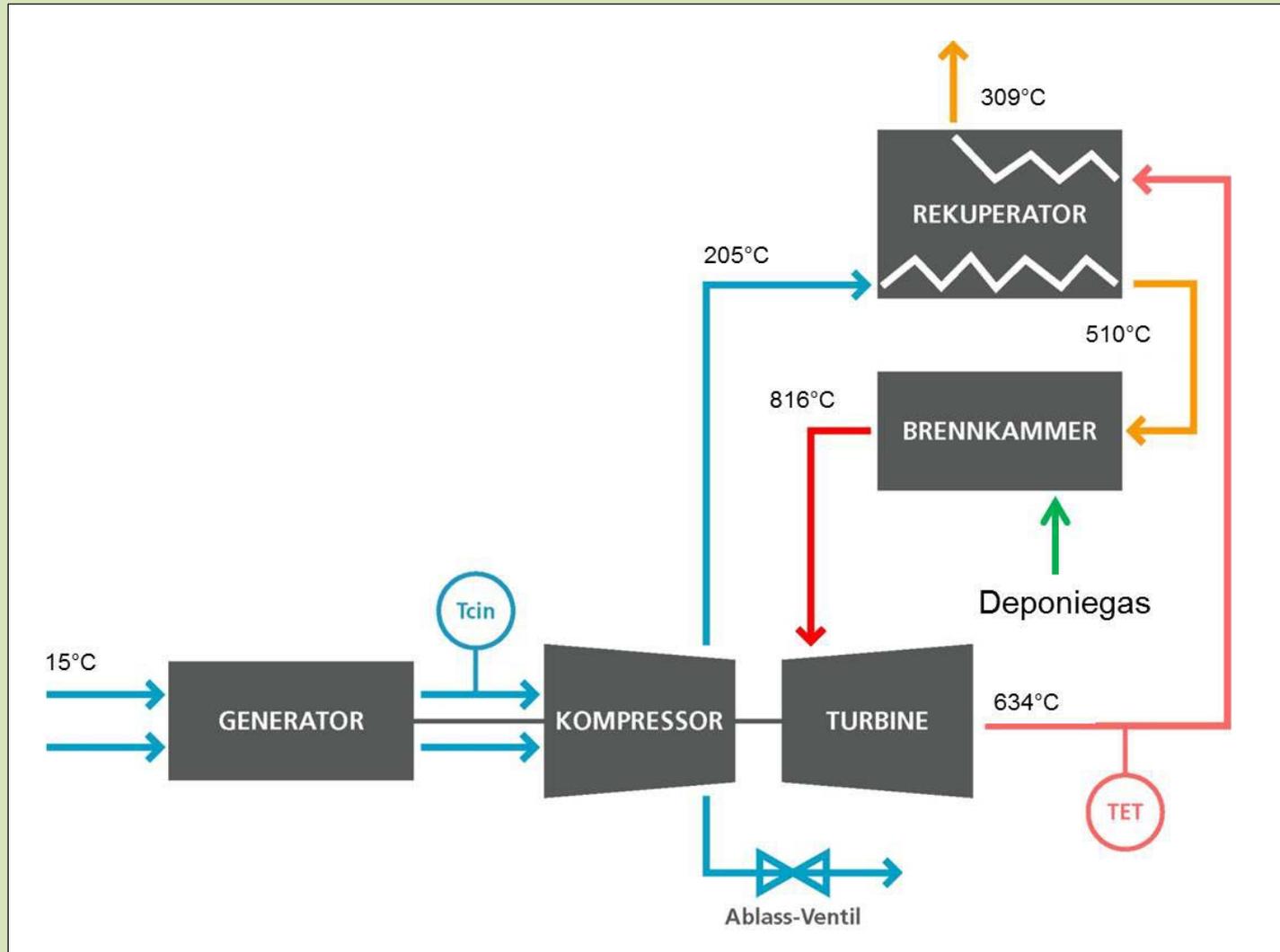
Deponiegasprognose Deponie Kirschenplantage bei einer Halbwertzeit von 5 Jahren



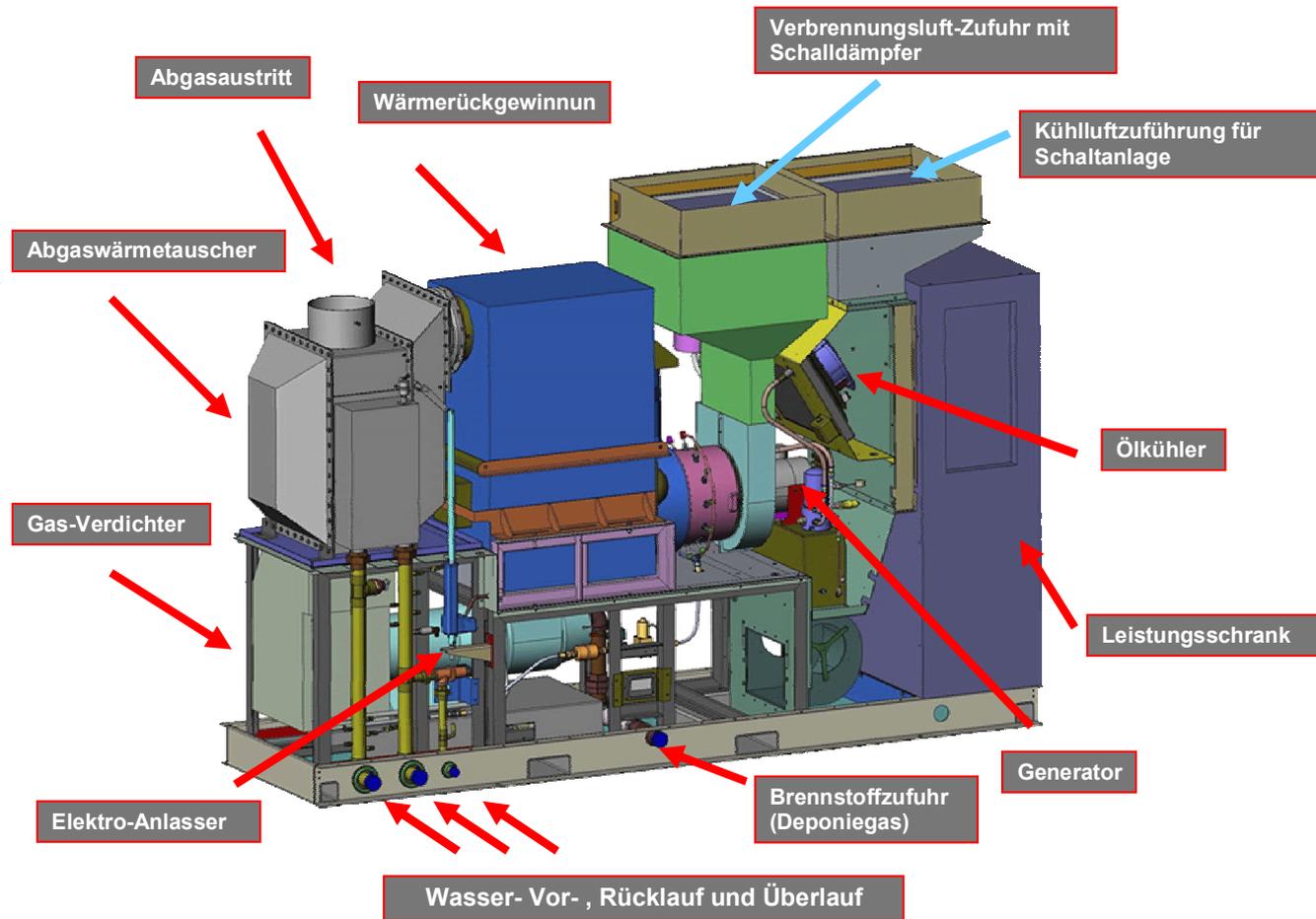
Merkmale von Mikrogasturbinen

Leistungsbereich	30 kW _{el} - 65 kW _{el} - 200 kW _{el}
Deponiegasverbrauch bei 40 Vol.-% CH ₄	30 m ³ /h - 55 m ³ /h - 150 m ³ /h
Methangehalt	> 30 Vol.-% CH ₄
Schwankende Methangehalte	problemlos
Niedrige Abgaswerte	NO _x @ 15% O ₂ < 9 ppm
Geringe Wartungskosten	<ul style="list-style-type: none">• keine Schmier- oder andere Betriebsmittel,• keine Kühlflüssigkeit,• kein Getriebe oder andere mechanische Teilsysteme
Hohe Lebensdauer	80.000 bis 100.000 Bh
Drehzahlbereich Turbine	70.000 bis 100.000 U/min
Geräuschniveau	65 – 70 dB(A)

Funktionsschema Mikrogasturbine

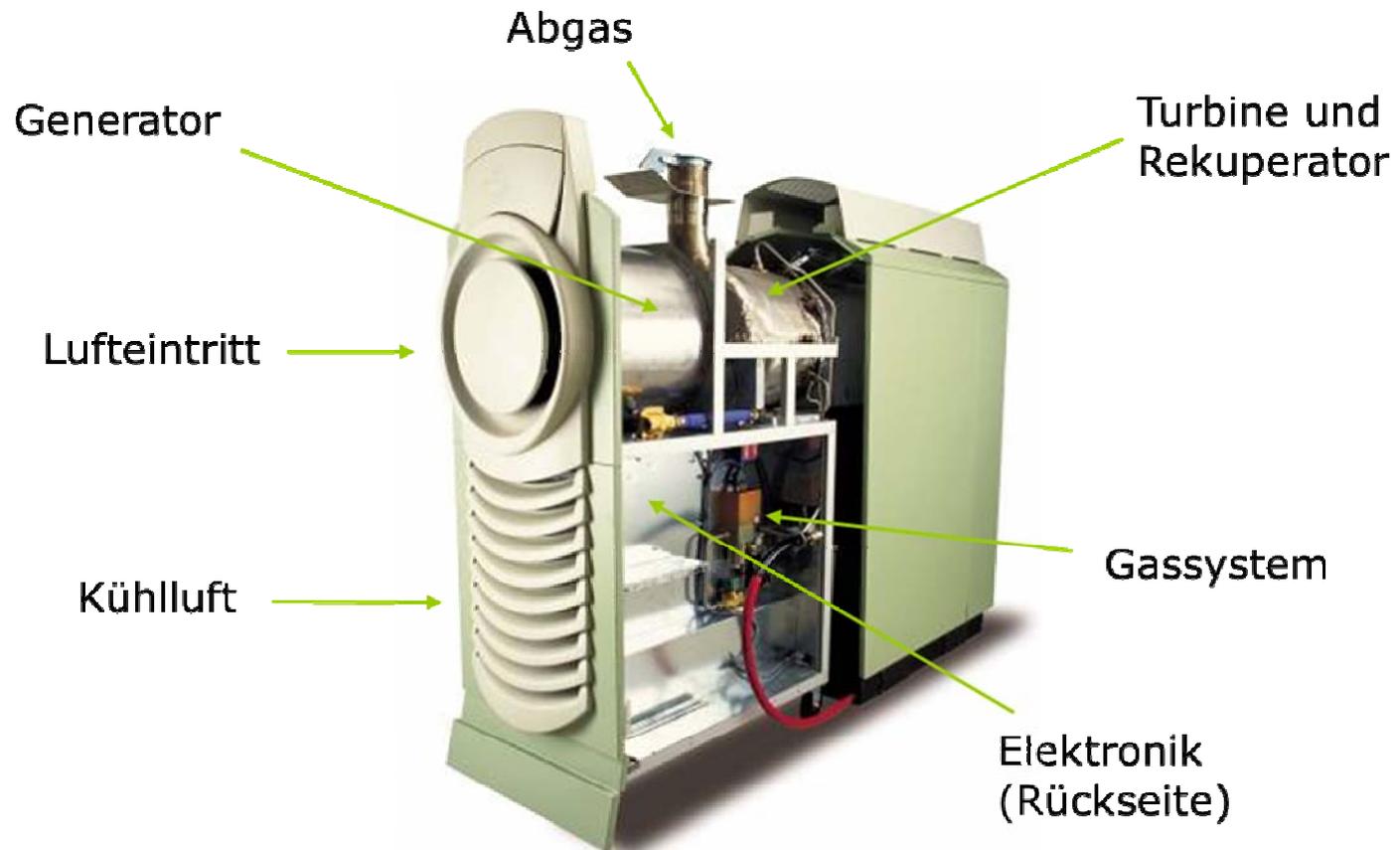


Elliott-Turbine 100 kW



[Quelle: Elliott]

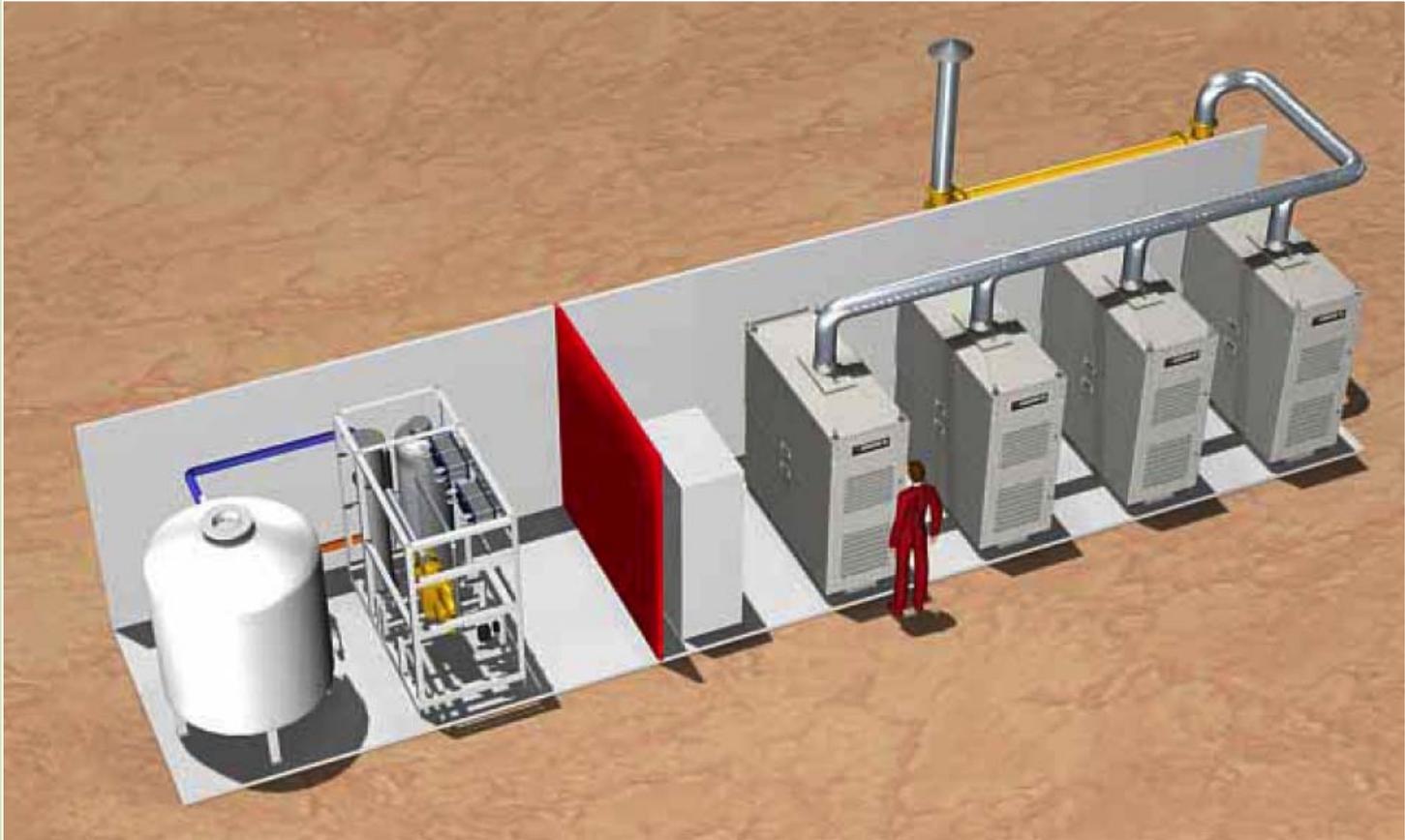
Die Innenansicht am Beispiel der Capstone C30 Turbine



Innenansicht Capstone CR 200

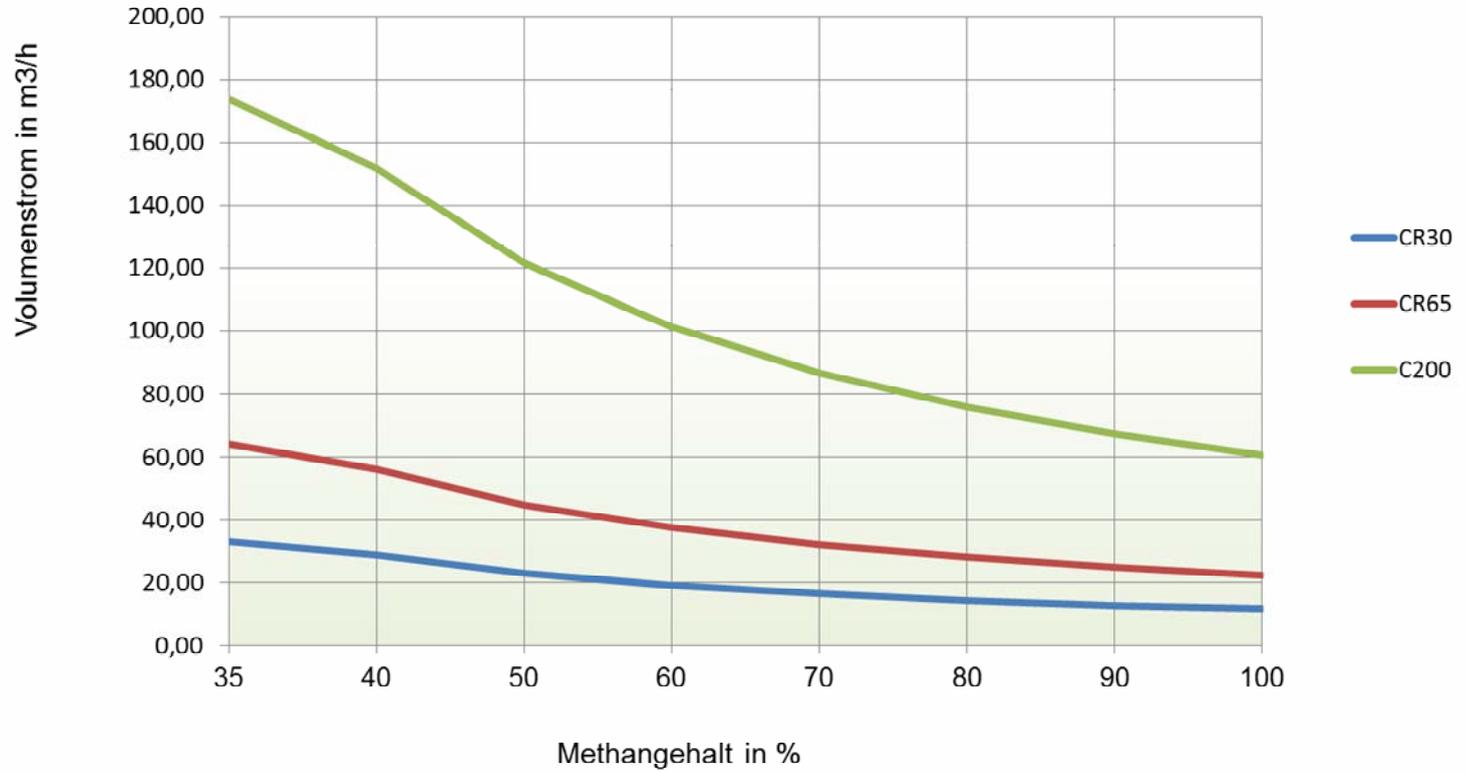


Zusammenschaltung von 4 x CR65 Mikrogasturbinen



[Quelle: Acrona Systems]

Gasbedarf für Capstone - Mikrogasturbinen



[Quelle: Acrona Systems, Feb 2013]

Deponie Kirschenplantage



Betreiber: Abfallentsorgung Kreis Kassel

- Hausmülldeponie (DK II)
- Laufzeit: 1970er Jahre bis heute
- Einlagerung ca. 3 Mio. m³
- Ablagerungsfläche ca. 16 ha
- Gasfassung:
40 Gasbrunnen



Betriebserfahrungen am Standort Deponie Kirschenplantage

Mikrogasturbine	Capstone CR 200 mit Abwärmenutzung in einem Fernwärmenetz
Monatsmittelwerte Methan	30,8 bis 42 Vol.-% CH ₄
Stromerzeugung	780.000 kWh, davon ca. 310.000 kWh in der eigenen SiWa-Anlage genutzt
Wärmeerzeugung	700 MWh ins Fernwärmenetz eingespeist

Mikrogasturbine Deponie Kirschenplantage



Nennleistung:

200 kW_{el} ; 280 kW_{th}

Deponiegasverbrauch:

$150 \text{ Nm}^3/\text{h}$ bei 40 Vol-% CH_4

Wirkungsgrade:

$\eta_{el} = 32,9 \%$; $\eta_{th} = 46,2 \%$

Mikrogasturbine

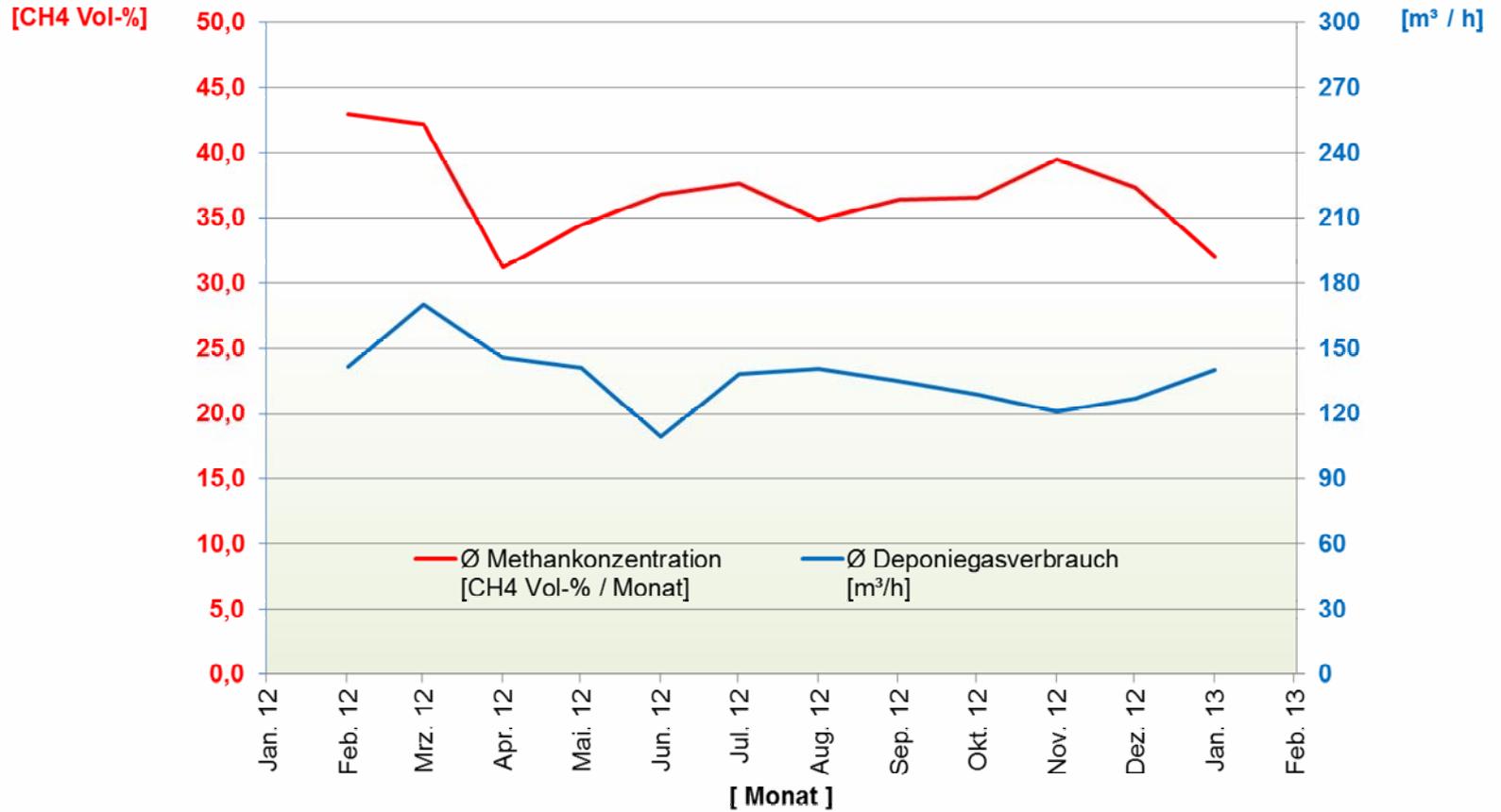


Kompressor

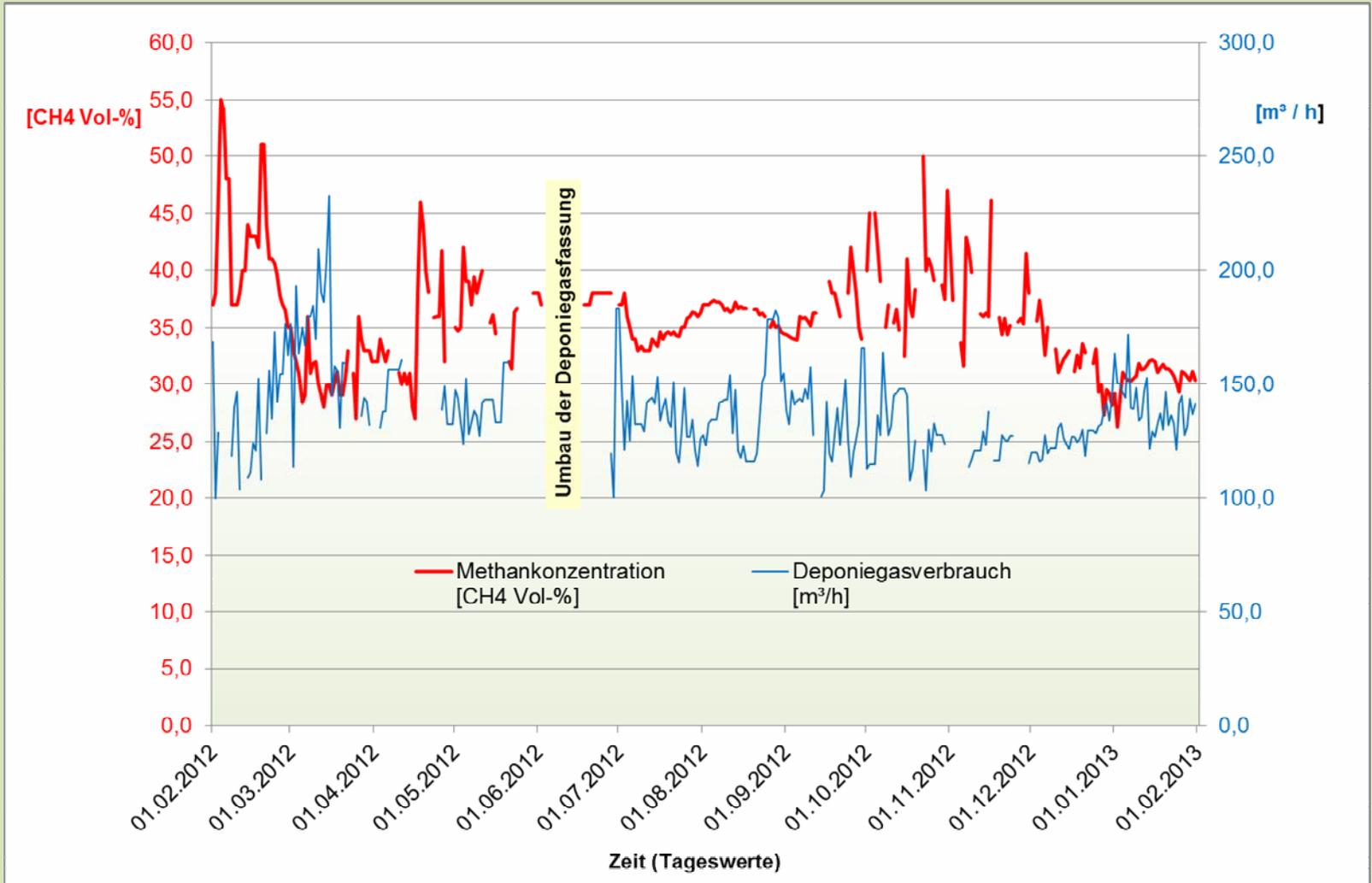
Gasreinigung

Luftkühlung

Deponie Kirschenplantage Mikrogasturbine CR 200 - Monatsmittelwerte



Deponie Kirschenplantage Mikrogasturbine CR 200 - Tageswerte



Aufstellungsanordnung MGT-Anlage Kirschenplantage



Wärmetauscher

Mikrogasturbine

Kompressor

Luftkühlung
(Abluftführung)

Gasreinigung

Brenngasanforderungen für den Betrieb von Mikrogasturbinen

Methangehalt > 30 Vol.-% CH₄ (zum Starten > 35 Vol.-%)

Schwefelwasserstoff

Turbine ≤ 5.000 ppm H₂S

Kompressor ≤ 100 ppm H₂S

Siloxane

Turbine ≤ 5 ppb

Kompressor Keine Beschränkung

Gasdruck

3 – 5 bar

Gasfeuchte

trocken bei T = 50 °C

Analytik Aktivkohlefilter

	Niederdruck						Hochdruck				
	vor Aktivkohlefilter					nach Aktivkohlefilter 1	nach Aktivkohlefilter 2				
Datum	Gasdruck	CH ₄	CO ₂	O ₂	H ₂ S	H ₂ S	Gasdruck	CH ₄	CO ₂	O ₂	H ₂ S
02.08.12	57 mbar	37 %	57 %		164 ppm	4 ppm					2 ppm
25.09.12		45 %	25 %	0,0 %	120 ppm	8 ppm					
23.11.12	63 mbar	39 %	28 %	0,7 %	124 ppm	26 ppm	7,5 bar	41 %	30 %	1,0 %	20 ppm
02.01.13	-	31 %	25 %	2,0 %	140 ppm	22 ppm	-	31 %	25 %	2,0 %	4 ppm
12.02.13	65 mbar	36 %	26 %	0,5 %	170 ppm	18 ppm	5,8 bar	36 %	28 %	0,1 %	4 ppm

MGT-Anlage Kirschenplantage

Kompressorstation für Mikrogasturbine CR 200





Aktivkohlefilter (Hochdruckseite)



Wartungsplan Mikrogasturbine CR 65 / CR 200

Zeitpunkt der Wartung	Wartungsumfang
jeweils nach 4.000 Bh	Ausblasen der Luftfilter
jeweils nach 8.000 Bh	Reinigen/Wechsel der Luftfilter Wechsel des Brennstofffilters Kontrolle/Wechsel des Igniters Funktionskontrolle
jeweils nach 20.000 Bh	Wechsel der Injektoren Wechsel der Thermoelement
nach 40.000 Bh	Überholung des Heißgasteils

Kosten		Erlöse [2012]	
Mikrogasturbine CR 200		Einspeisevergütung	8,73 ct/kWh
Wärmetauscher Fernwärmenetz		Technologiebonus	1,94 ct/kWh
Kompressor		Strombezugskosten	18,21 ct/kWh
Gasreinigung			
Gesamtinvest:	470.000 €		
Wartung (8000 Bh/a)	25.000 €/a	47.500 €	Einspeisevergütung 2012
Aktivkohle	8.000 €/a	49.000 €	Eigenstromnutzung 2012

Zusammenfassung Betriebserfahrung

Hohe Anlagenverfügbarkeit	83 %
Methangehalt	26 bis 55 Vol.-% CH ₄
Deponiegasverbrauch (in Abhängigkeit vom Methangehalt)	100 m ³ /h bis 170 m ³ /h
Schwankende Methangehalte	problemlos, keine Anpassung der Regelung erforderlich
Verschlechterung des Wirkungsgrades bei Teillastbetrieb	$\eta_{el} = 28,5 \%$ bei 50 % Last
Wirtschaftlichkeit	<ul style="list-style-type: none">• Hohe Investitionskosten• Niedrige Wartungskosten• Eigenstromnutzung ⇒ Amortisationszeit < 7 Jahre

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

