

Schwachgasbehandlungsanlagen/ Schwachgasverwertungsanlagen

Neue Anforderungen an Deponiegasverbrennungsanlagen

Axel Ramthun



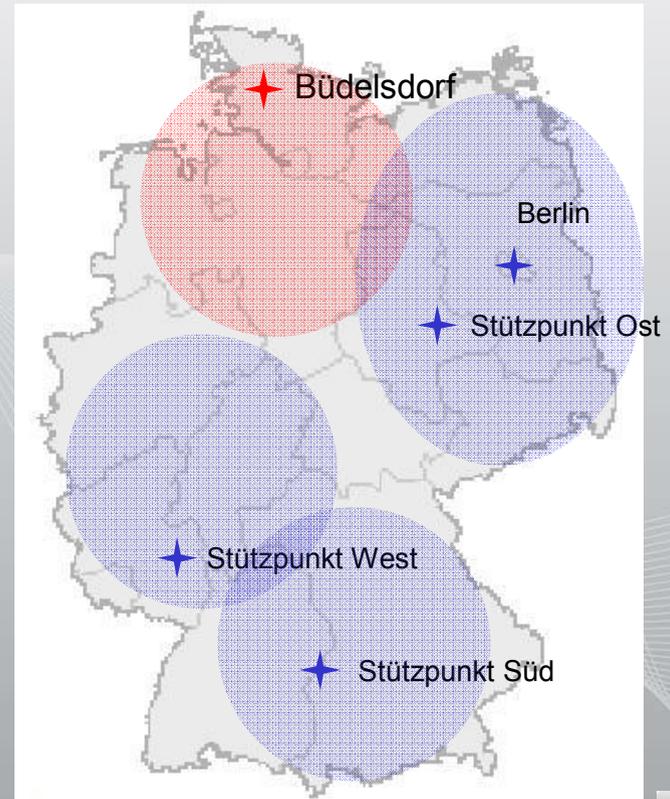
Göbel Energie- und Umwelttechnik

Sitz in Büdelsdorf, Schleswig-Holstein

gegründet 2003

Servicestützpunkte deutschlandweit

30 Mitarbeiter



Unternehmensstruktur

Göbel Energie- und Umwelttechnik GmbH & Co. KG

Göbel Energie- und Umwelttechnik Service GmbH

Technische Dienstleistungen an
verfahrenstechnischen Anlagen
für

Deponiegas, Biogas, Sondergase
Blockheizkraftwerke
Anlagenautomatisierung

Göbel Energie- und Umwelttechnik Anlagenbau GmbH

Neubau, Umbau, Anpassung von
Gasförder-,
Gasverwertungs- und
Gasbehandlungsanlagen

Reparatur/ Ergänzung von
Deponiegasfassungssystemen



Warum gibt es überhaupt Deponieschwachgas?

Deponiegas entsteht weiterhin mit ≥ 50 Vol.% Methan.

Verfahren zur beschleunigten Stabilisierung führen der Deponie definiert Luft zu.

Deponiegasproduktion sinkt, Abstände zwischen Gasbrunnen sind oft zu groß.

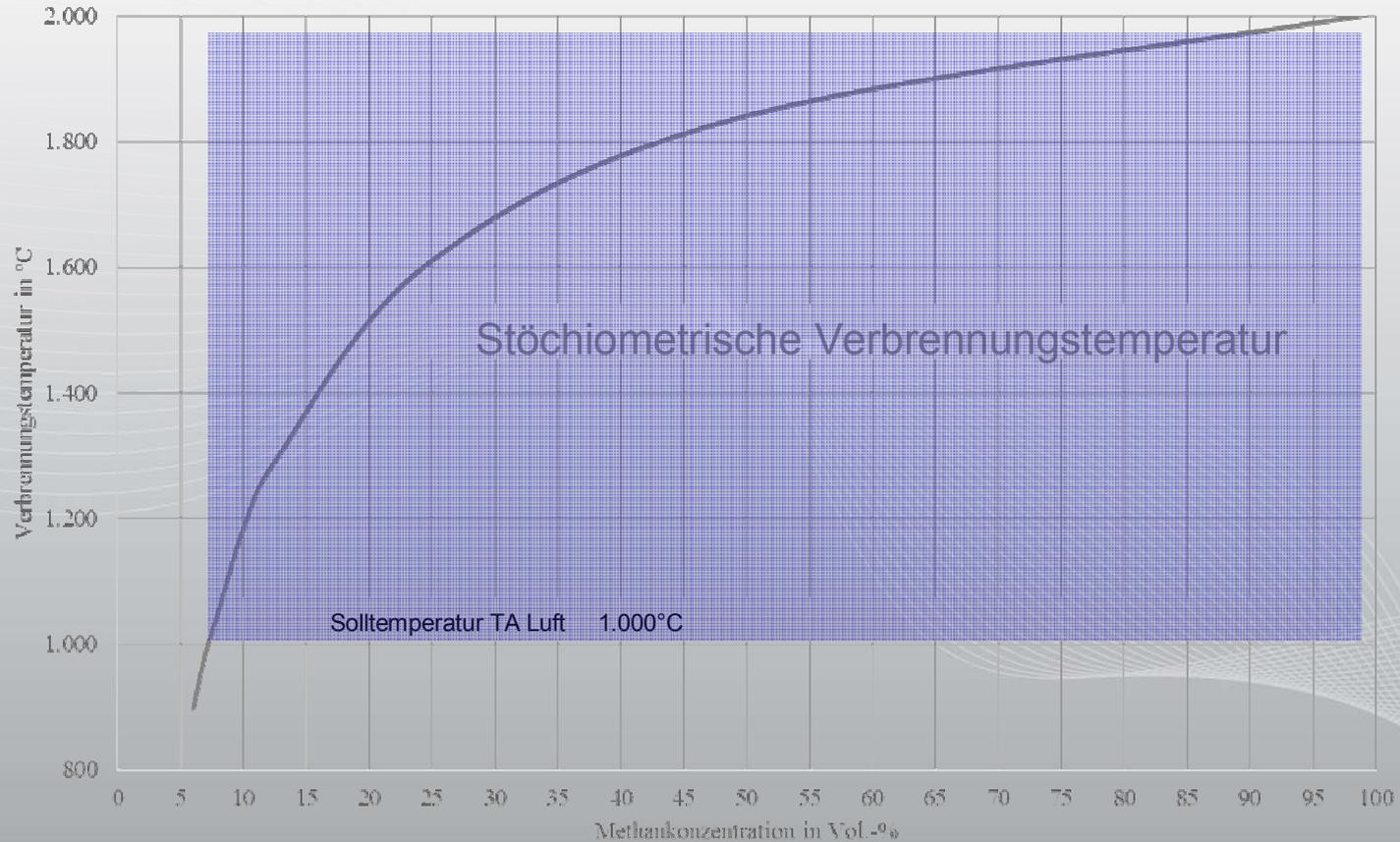
Gasfassungssysteme sind teilweise außer Funktion.



deshalb gibt es Schwachgas, ...und Schwachgasbehandlungsanlagen.



Verbrennungsprozesse (Methan)



Verbrennungsprozesse

Stöchiometrische Verbrennungstemperatur $> 1.000^{\circ}\text{C}$ ab 8 % CH_4

Aber:

- Strahlungsverluste
- überstöchiometrische Verbrennung für vollständige Verbrennung erforderlich
- überstöchiometrische Verbrennung notwendig für optimale Regelung

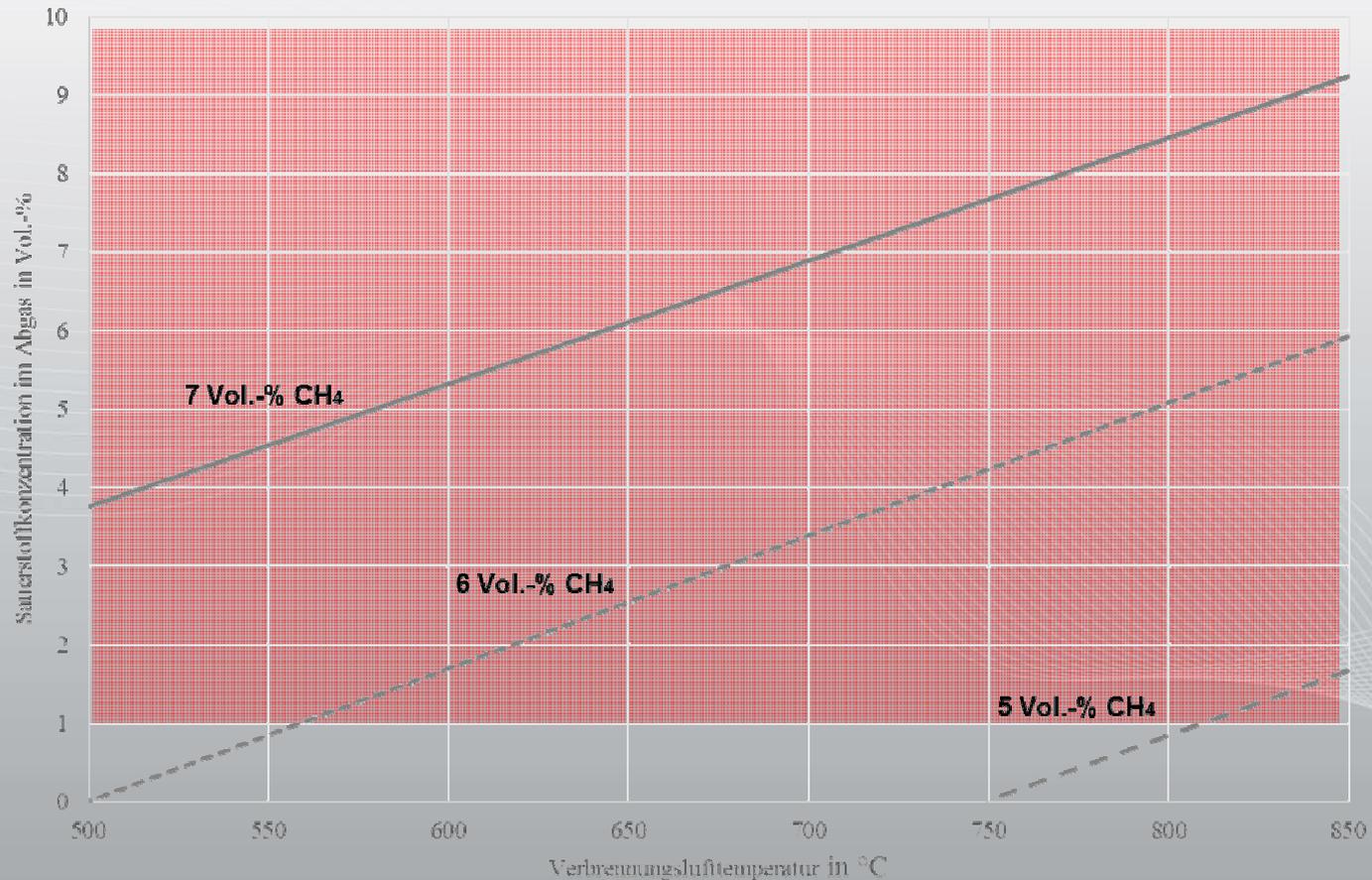
Praktische Grenze für autotherme Deponiegasverbrennung 12 % CH_4

Konzepte für die Behandlung von Deponiegas mit $< 12\%$ CH_4

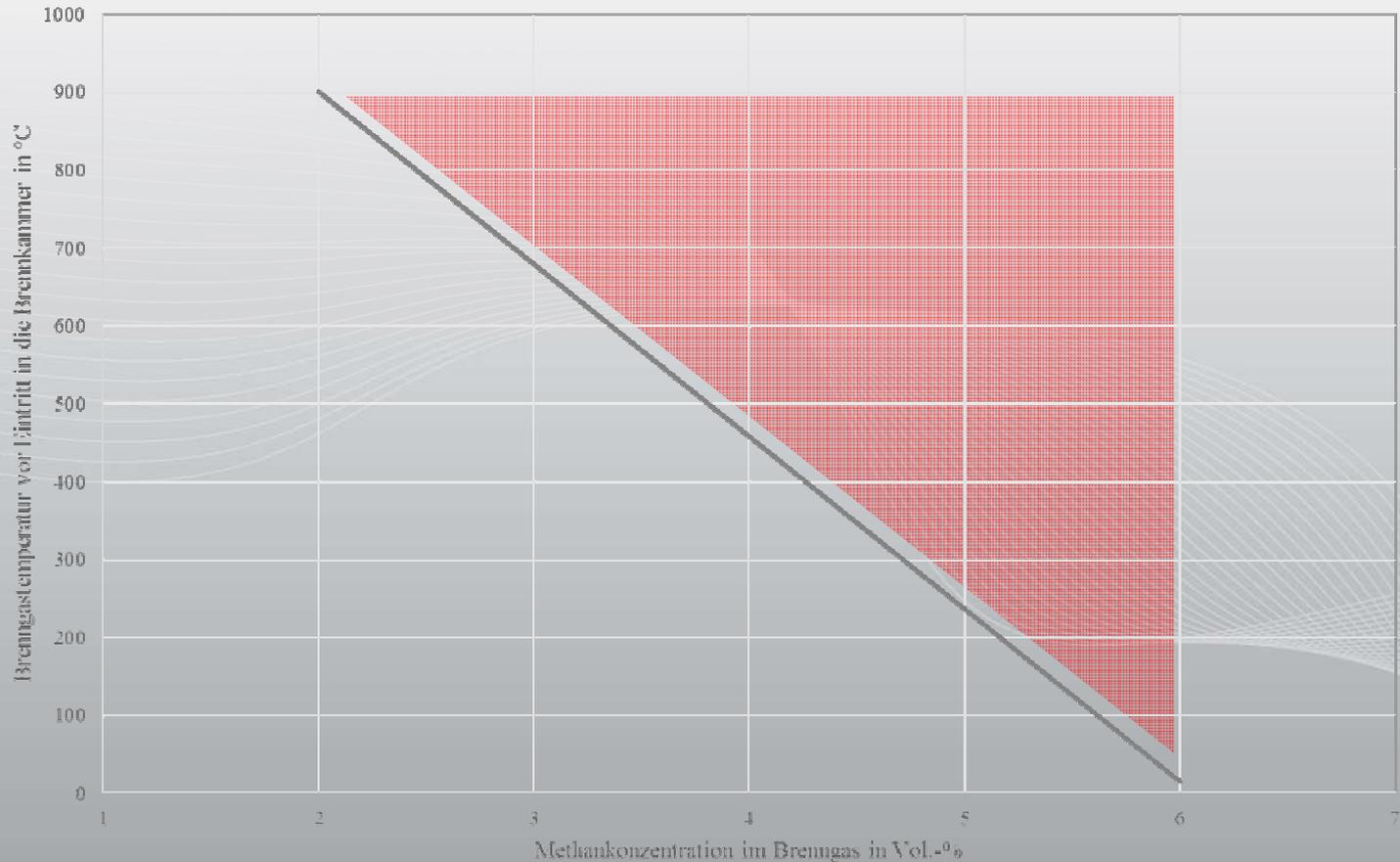
Temperaturerhöhung *Verbrennungsluft*

Temperaturerhöhung *Brenngas und Verbrennungsluft*

Grenzen der autothermen Verbrennung mit Verbrennungsluftwärmung (Verbrennungstemperatur 1.000°C, verlustfrei)



Grenzen der autothermen Verbrennung bei separater Brenngasvorwärmung (Luftvorwärmung auf 900°C, Verbrennungstemperatur 1.000°C)



Verbrennungsanlagen für ≤ 25 Vol.% CH₄

12 Vol.%

Optimierte „klassische“ Verbrennungsanlage

HTC

6 Vol.%

Verbrennungsanlage mit Luftvorwärmung

HTX

3 Vol.%

... mit separater Gas- und Luftvorwärmung

HTX-X

1 Vol.%

... mit gemeinsamer Gas- und Luftvorwärmung

RTO

Modularer Aufbau unserer Verbrennungsanlagen für Deponiegas

HTX-X

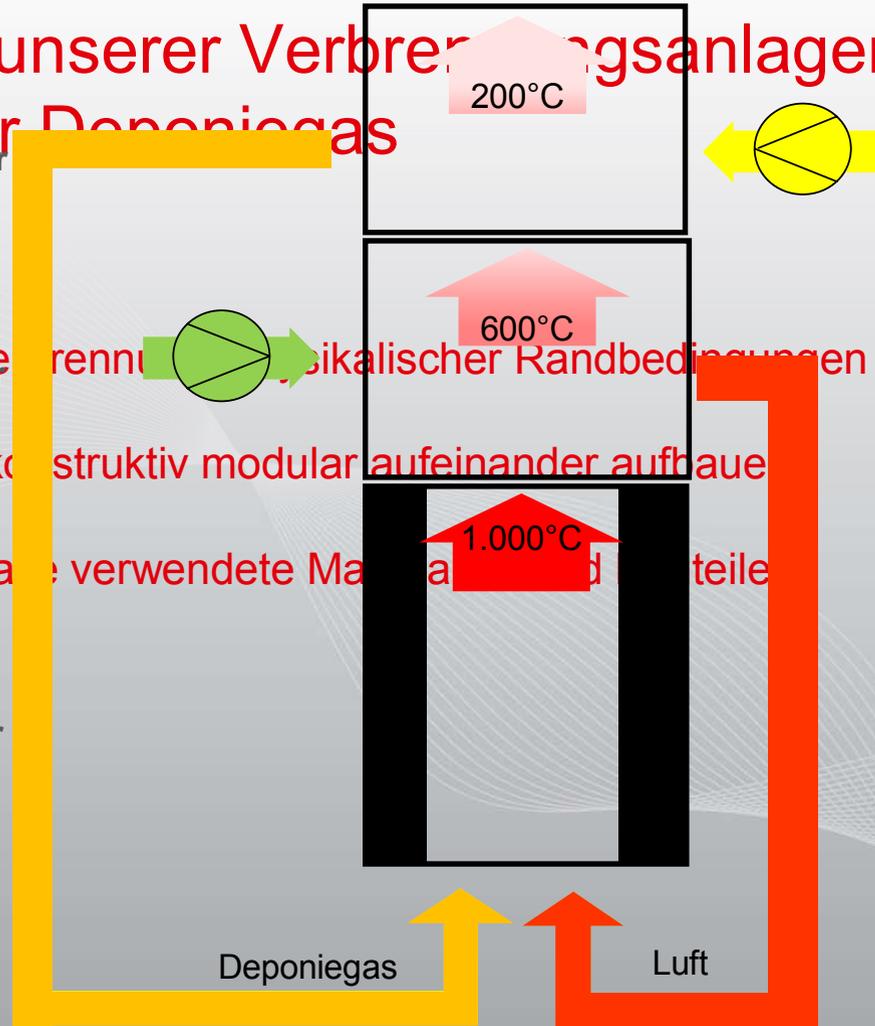
heat eXchanger
3 Vol.%

HTX

heat eXchanger
6 Vol.%

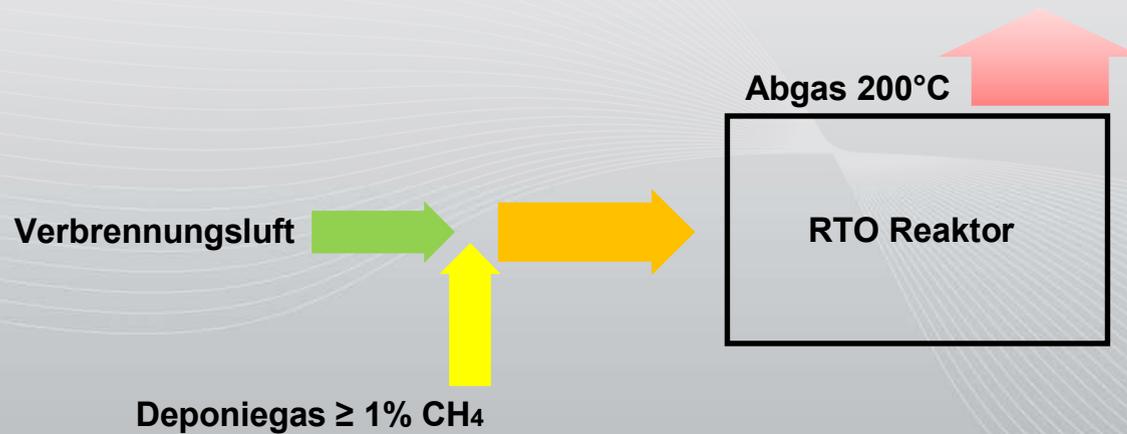
HTC

isolierte Brennkammer
12 Vol.%



RTO (1 % CH₄)

Anlage zur regenerativen thermischen Oxidation



Module ab/bis	100/ 1.000kW _{th}
Strombedarf	15/50 kW _{el}

RTO (1 % CH₄)

Konzeptionelle Änderung an der Anlagentechnik

- Effiziente gemeinsame Erwärmung von Brenngas und Verbrennungsluft.
- für ≥ 1 Vol.% CH₄.
- Verbrennungstemperatur ca. 1.000°C.
- Empfindliche Keramikschtüttung für Wärmerückgewinnung.
- Große Verdünnung des Deponiegases.
- Diskontinuierliche Gasbehandlung.
- Einhaltung der TA Luft erfordert zusätzliche technische Maßnahmen.
- Temperaturniveau für Wärmenutzung ist sehr niedrig.



Kennzahlen für Anlagentypen

Basis: 100 m³/h originäre Deponiegasproduktion mit 50% CH₄
entspricht 50 m³/h CH₄ (500 kW_{th})
Δp für alle Anlagentypen gleich

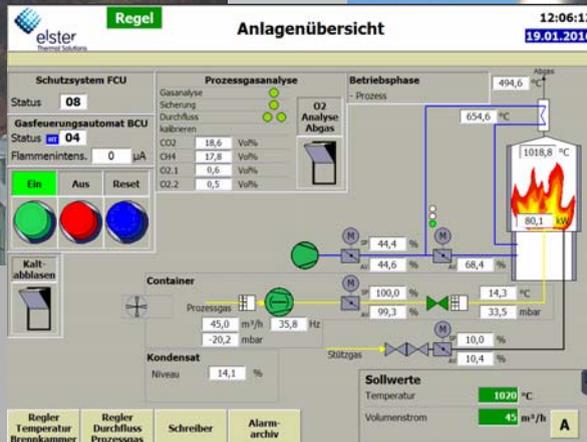
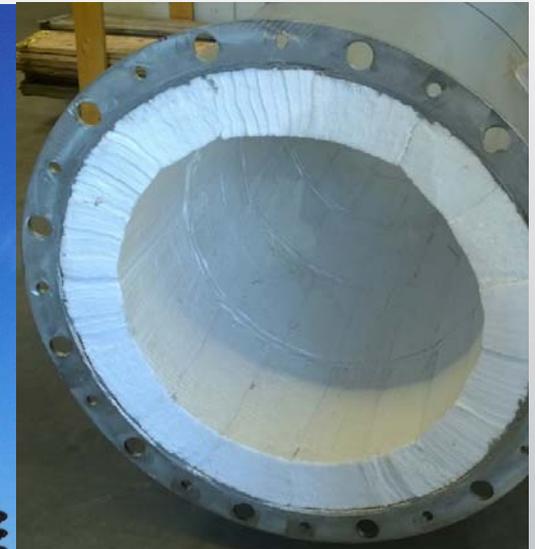
P _{th} [kW _{th}]	CH ₄ [Vol.%]	Volumenstrom [m ³ /h]	HTV	HTC	HTX	RTO	Energiebedarf [kW _{el}]
500	50	100	x	x	x		1.0
500	25	200	x	x	x		1.5
500	12	420		x	x		2.0
500	6	840			x		3.0
500	1	10.000				x	>> 10

Jahresstromkosten zwischen 1.500 und 20.000 Euro/a

Verbrennungsanlage HTC (12 Vol.% CH₄)



Verbrennungsanlage HTX (6 Vol.% CH₄)



Verbrennungsanlage RTO (1 Vol.% CH₄)

ÜBERSICHT GVS 1211

Deponiebelüftung

Gesamtanlage

74103,9
22426,5
11965,4

Reset Summe

Deponiegas

Gasanalyse:

CH ₄	33,55
CO ₂	17,82
O ₂	0,00

GVS

RTO

Ansaugluft

Propan

Propanverbrauch max. 264 kg

ÜBERSICHT

RTO Absaugung

RTO Luftwende

PI

Abluft 5

45

GVS Sollwerte GVS Tastatur

RTO GVS Hand/Auto Sollwerte RTO

Trend Temperatur Trend RTO Trend Druck Trend Analyse Meldungen

Deponiegasverwertungsanlagen für ≤ 25 Vol.% CH₄

25 Vol.%

BHKW mit Deponieschwach-Gasmotor

6/12 Vol.%

Dampfkolbenmotor/ ORC-Anlage

HTX/HTC

6 Vol.%

Thermische Verwertung

HTX/HTC

1 Vol.%

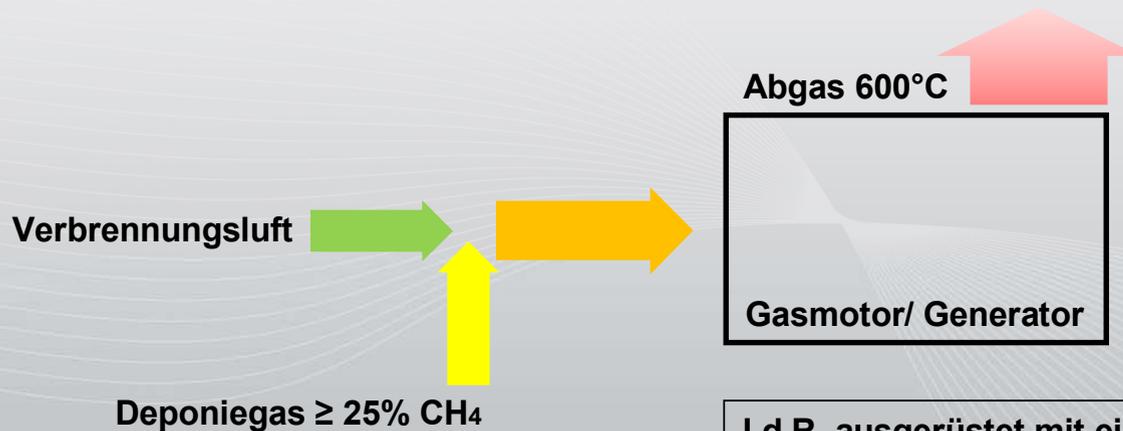
Thermische Verwertung

RTO



Gasmotor zur Deponiegasverwertung

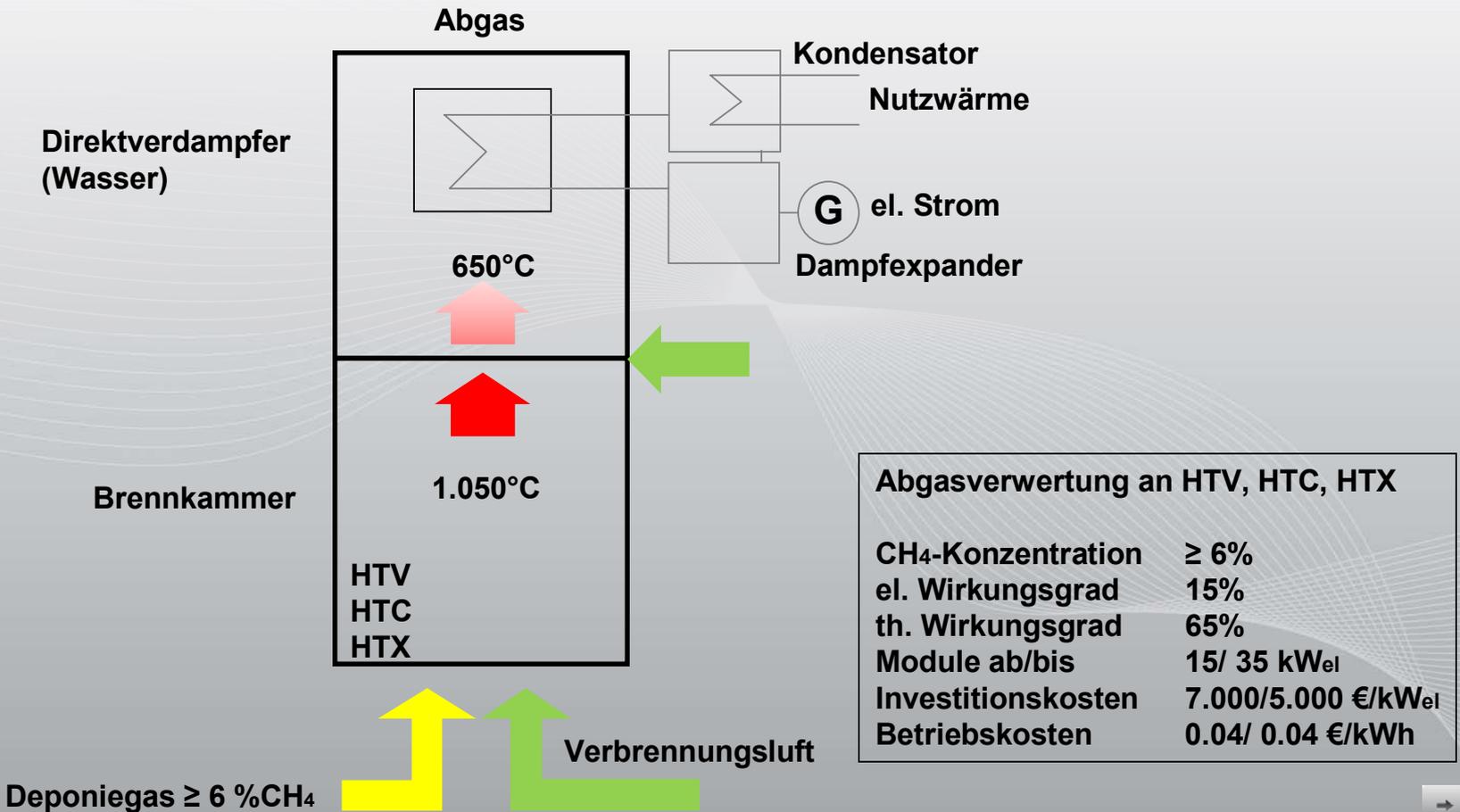
≥ 25 % CH₄



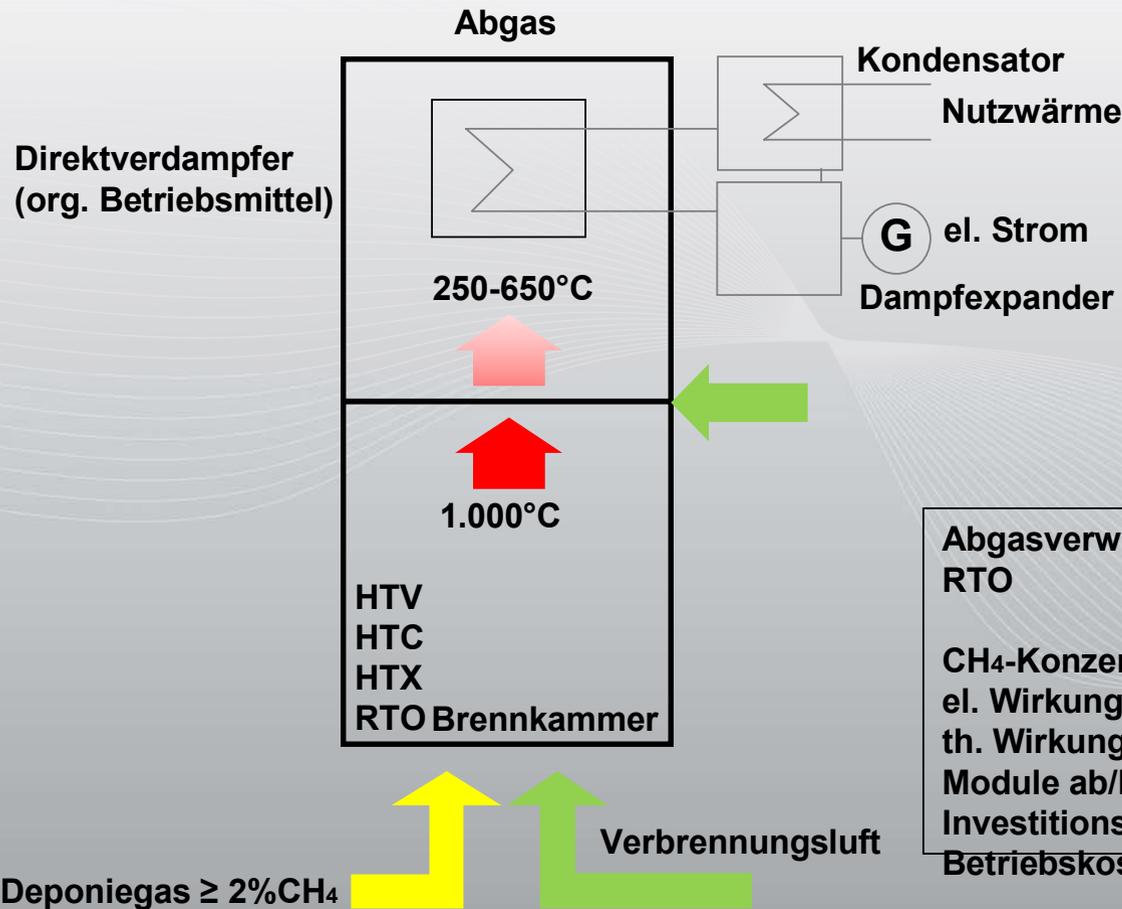
I.d.R. ausgerüstet mit eigenem Gasverdichter

CH ₄ -Konzentration	≥ 25 – 30%
el. Wirkungsgrad	> 30%
th. Wirkungsgrad	> 40%
Module ab/bis	10/ 400kW _{el}
Investitionskosten	2.000/ 800 €/kW _{el}
Betriebskosten	0.04/ 0.02 €/kWh

Dampfkolbenmotor zur Deponiegasverwertung $\geq 6\% \text{ CH}_4$



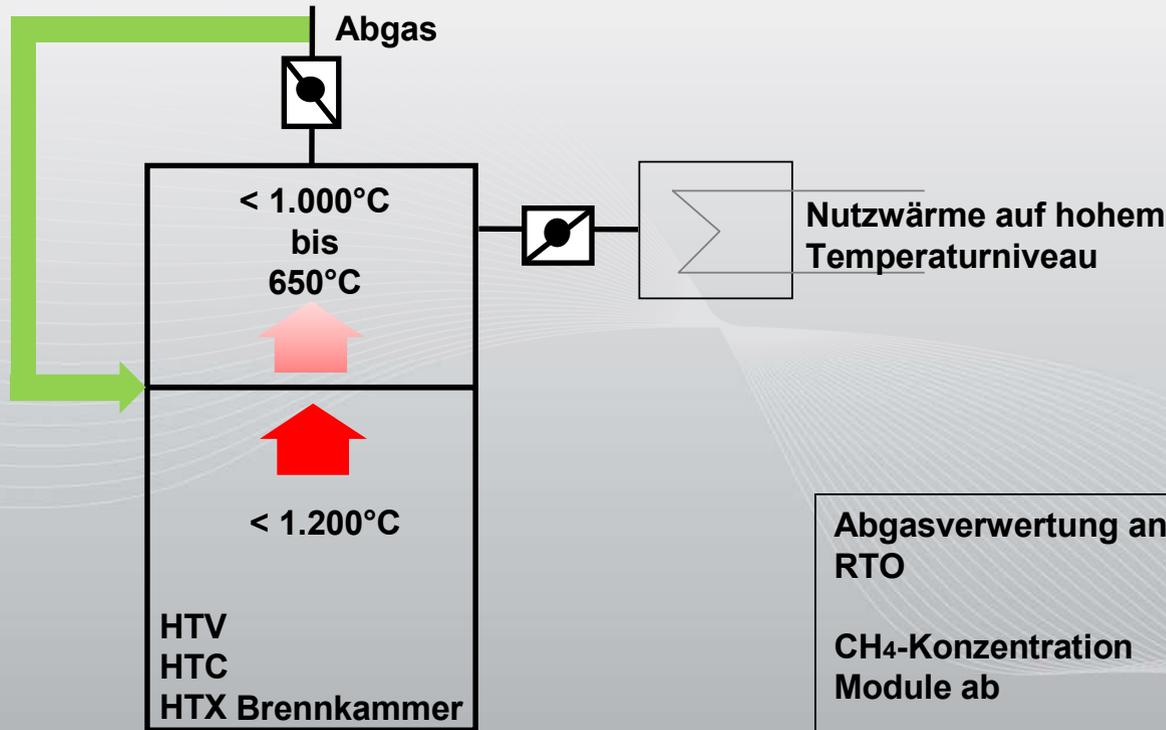
ORC-Anlage zur Deponiegasverwertung $\geq 2\% \text{ CH}_4$



Abgasverwertung an HTV, HTC, HTX, RTO

CH₄-Konzentration	$\geq 2\%$
el. Wirkungsgrad	$\leq 10\%$
th. Wirkungsgrad	40%
Module ab/bis	10/ 100 kW _{el}
Investitionskosten	7.000/5.000 €/kW _{el}
Betriebskosten	0.06/ 0.06 €/kWh

Thermische Deponiegasverwertung



Abgasverwertung an HTV, HTC, HTX,
RTO

CH₄-Konzentration $\geq 6\%$
Module ab $10 \text{ kW}_{\text{th}}$

hoher th. Wirkungsgrad
hohe th. Flexibilität

kontinuierlicher/ intermittierender Betrieb

Brenngas $> 6 \text{ \%CH}_4$

Verbrennungsluft

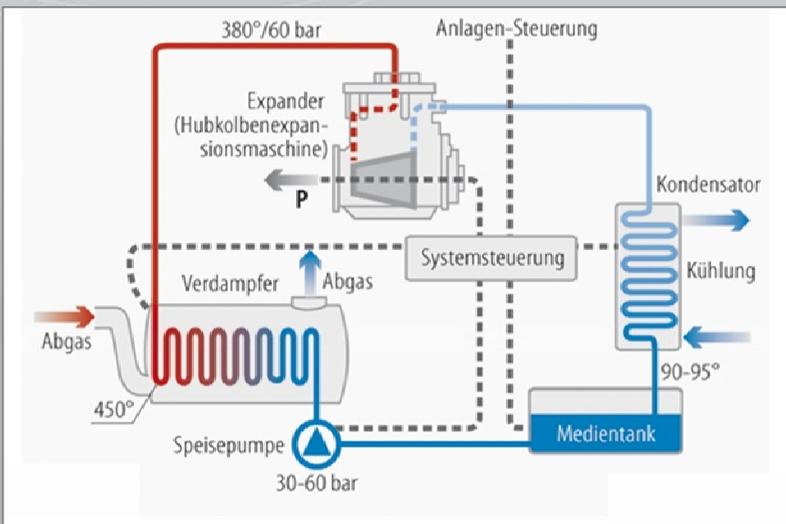
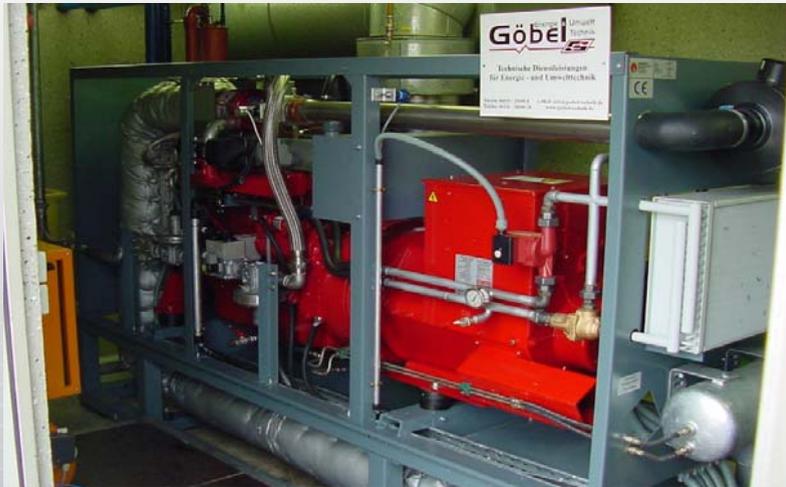
Kennzahlen für verschiedene Anlagenkonzepte

Basis: 100 m³/h originäre Deponiegasproduktion mit 50% CH₄
entspricht 50 m³/h CH₄ (500 kW_{th})

Anlagentyp	P _{th} /Gas [kW _{th}]	CH ₄ /min [Vol.%]	Gasmenge/ma [m ³ /h]	P _{el} [kW _{el}]	P _{th} [kW _{th}]
BHKW	500	25	200	175	200
Dampfkolbenmotor	500	6	800	75	325
ORC-Anlage	500	6	800	50	200
Thermische Verwertung	500	6	800	-	400
Thermische Verwertung	500	1	5.000	-	200



Deponie Schwachgas Verwertungsanlagen



Deponie Schwachgas Verwertungsanlagen



Fazit

- Fa. Göbel baut gemeinsam mit Kooperationspartnern kostengünstige, wirtschaftliche Anlagen zur **thermischen Gasbehandlung** und zur **energetischen Verwertung** für (fast) alle Gaszusammensetzungen.
 - Unsere Anlagenkonzepte bauen konzeptionell und konstruktiv modular aufeinander auf.
 - Wenn möglich, werden vorhandene funktionsfähige Komponenten weiter genutzt.
-
- Investitions- und Betriebskosten steigen für Verwertung und Behandlung bei sinkender Gasqualität, dies ist bei der Verfahrenswahl zu berücksichtigen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Axel Ramthun

Göbel Energie- und Umwelttechnik Anlagenbau GmbH, Fehmarnstraße 22, Büdelsdorf
Telefon: 04331 20 100-27
Email: ramthun@goebel-technik.de

