

"Abfackelung" von Deponiegas

Abgaswerte, Fackeltypen, Regelbereiche

Dipl.-Ing. W. H. Stachowitz

1. Abgaswerte

		Feuerungsanlage	Verbrennungs- motor	Gasturbine
--	--	-----------------	------------------------	------------

Verbrennung von Deponiegas in „Fackel“ - Anlagen
 DAS – IB GmbH, Wolfgang Horst Stachowitz

O ₂ -Bezug	Vol.-%	3	5	15
Staub	mg/m ³	5	50/150	Rußzahl 2/4*
CO	mg/m ³	100	650	100
NO _x (NO ₂)	mg/m ³	200	500 (4-Takt) 800 (2-Takt)	300/350*
SO _x (SO ₂)	mg/m ³	35	500 (ab 5 kg/h)	500 (ab 5 kg/h)
HCl (ab 0,3 kg/h)	mg/m ³	30	30	30
HF (ab 50 g/h)	mg/m ³	5	5	5
org. Verbindungen	mg/m ³	je nach Stoffklasse 20 bis 150		

* bei Abgasvolumenstrom über/bis 60.000 m³/h

Hinweis: Novellierung der TA-Luft unter 5.4.8.1 a beachten.
 Anhörungsverfahren am 08./09.08.2001 in Bonn. Wir waren vor Ort. Siehe: www.das-ib.de
 Aktuelle Infos: info@das-ib.de

Tab. 1: Ausgewählte Grenzwerte nach TA-Luft für die Verbrennung von Deponiegas.

Die Abgasbelastung mit Schwefel-, Chlor- und Fluorverbindungen ist auch bei einer vollständigen Verbrennung ausschließlich von der Qualität des Deponiegases abhängig. Die Kohlenmonoxid- bzw. Stickoxidkonzentrationen hängen hingegen im Wesentlichen von den gewählten Verbrennungsbedingungen ab. Erhöhte Kohlenmonoxidkonzentrationen im Abgas charakterisieren hierbei eine unvollständige Verbrennung des Deponiegases. Die Staub-, CO- und NO_x-Grenzwerte nach TA-Luft können in der Regel ohne Abgasreinigungsmaßnahmen eingehalten werden. Lediglich bei Einsatz von Großmotoren ist eine nachgeschaltete Abgasreinigung zur Einhaltung der NO_x- und CO-Grenzwerte erforderlich. Erfolgt die Nutzung des Gases in Gas-Otto-Motoren, so werden diese zur Einhaltung des NO_x-Grenzwertes meist nach dem Magerkonzept betrieben. Im Einzelnen werden nach TA-Luft die in Tabelle 1 dargestellten Anforderungen an Abgase von Anlagen zur Wärmeerzeugung (Motoren-, Wärme-, Heizkraftwerke, Brennmuffeln etc.) erhoben.

Verwertung in Gas-Otto-Motoren:	Gesamt CL	< 50 mg/m ³
	Gesamt F	< 10 mg/m ³
Verwertung/Verbrennung in Feuerungsstätten bei den folgenden Verbrennungsbedingungen:		
Temperatur:	T	> 1.200 °C
Verweilzeit im HT-Bereich:	t	> 0,3 s
Gesamt Cl:		< 200 mg/m ³
Gesamt F:		< 20 mg/m ³

Tab. 2: HLFU-Grenzwerte für Rohgasbeschaffenheit bei verschiedenen Verwertungskonzepten.

1.2 Zu lösendes Problem in Verbrennungsanlagen (HTVs, Motoren etc.)

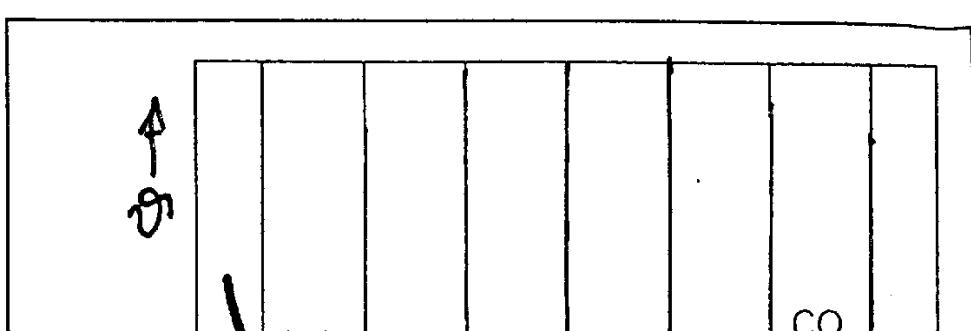


Abb. 1: Physikalische Zusammensetzung zwischen CO und NO_x im Abgas.

Abb. 1: Physikalische Zusammensetzung zwischen CO und NO_x im Abgas.

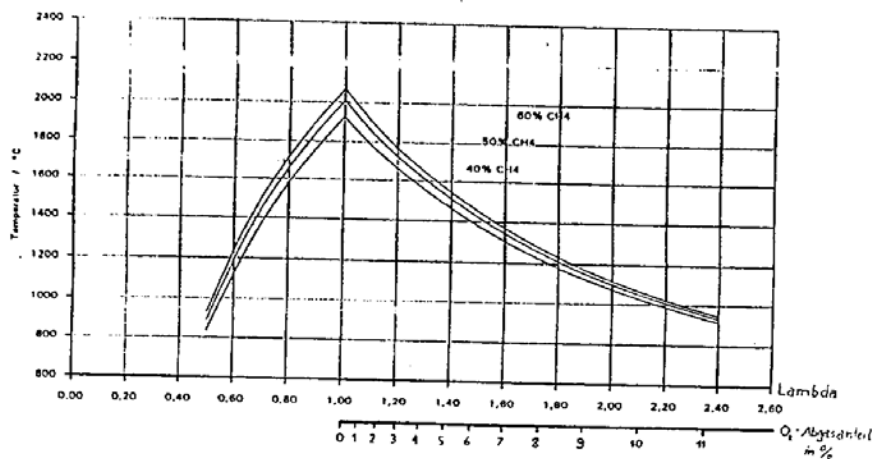


Abb. 2: Funktion der Abgastemperatur (ϑ) von

1.3 Grundlagen

- Umrechnungsfaktor für Abgaswerte bezogen auf 3 Vol.-%:

$$x = \left(1 + \frac{18}{21 - O_{\text{Abgas}}} \right)$$

- Definition von λ (Luftverhältnis)

Bei Gasfeuerung benötigt man den geringsten Luftüberschuss. Das Verhältnis von wirklicher Luftmenge zur theoretisch erforderlichen Luftmenge bezeichnet man als Luftverhältnis λ .

$$\text{Es ist also } \lambda = \frac{\text{zugeführte Luftmenge}}{\text{theor. Mindestluftmenge}} = \frac{L}{L_0}$$

Tafel 1.19 enthält Anhaltzahlen für das Luftverhältnis λ .

Plandrost, Handbeschickung	1,6 ... 1,8	Kohlenstaub, Trockenkammern	1,3 ... 1,4
Planrost, Wurfbeschickung	1,5 ... 1,7	Kohlenstaub, Schmelzkammern	1,15 ... 1,2
Wanderrost ohne Unterwind	1,5 ... 1,8	Zyklonfeuerung	1,1 ... 1,2
Wanderrost mit Zonenwind	1,3 ... 1,6	Gasfeuerungen	1,05 ... 1,1
Treppenrost, Schürrost, Muldenrost	1,3 ... 1,5	Ölfeuerungen	1,05 ... 1,15
Deponiegas	1,4 ... 1,8		

Tafel 1.19: Anhaltzahlen für das Luftverhältnis λ .

Bei Messung des Sauerstoffgehaltes der Abgase kann man das Luftverhältnis auch berechnen aus:

$$\lambda = \frac{21}{21 - \frac{O_2}{N_2}} \approx \frac{21}{21 - O_{2\text{wirkl}}}$$

Hierin ist $N_2 = 100 - CO_2 - O_2$

Bei gasförmigen Brennstoffen mit eigenem CO_2 - und N_2 -Gehalt sind obige Gleichungen nicht brauchbar. Hier gilt:

$$\lambda = \frac{L}{L_0}$$

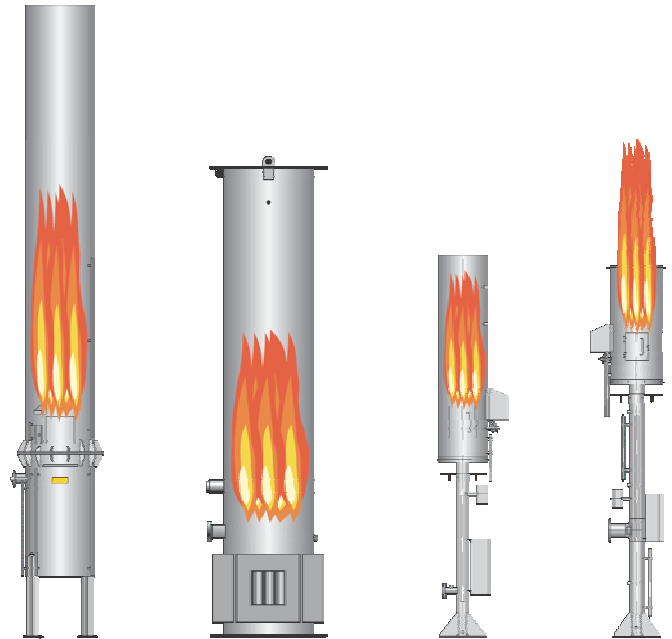
2. Fackeltypen

Siehe Sardinienvortrag

Quelle: Haase – Energietechnik GmbH

Von Links nach Rechts:

- geschlossene Brennkammer 1200°C,
1: 5/ 10 Regelbereich auf die Feuerungsleistung
- geschlossene Brennkammer 1000°C,
1: 5/ 10 Regelbereich auf die Feuerungsleistung
- Fackel mit Sichtschutz (teilw. mit Isolierung)
- Offene Verbrennung

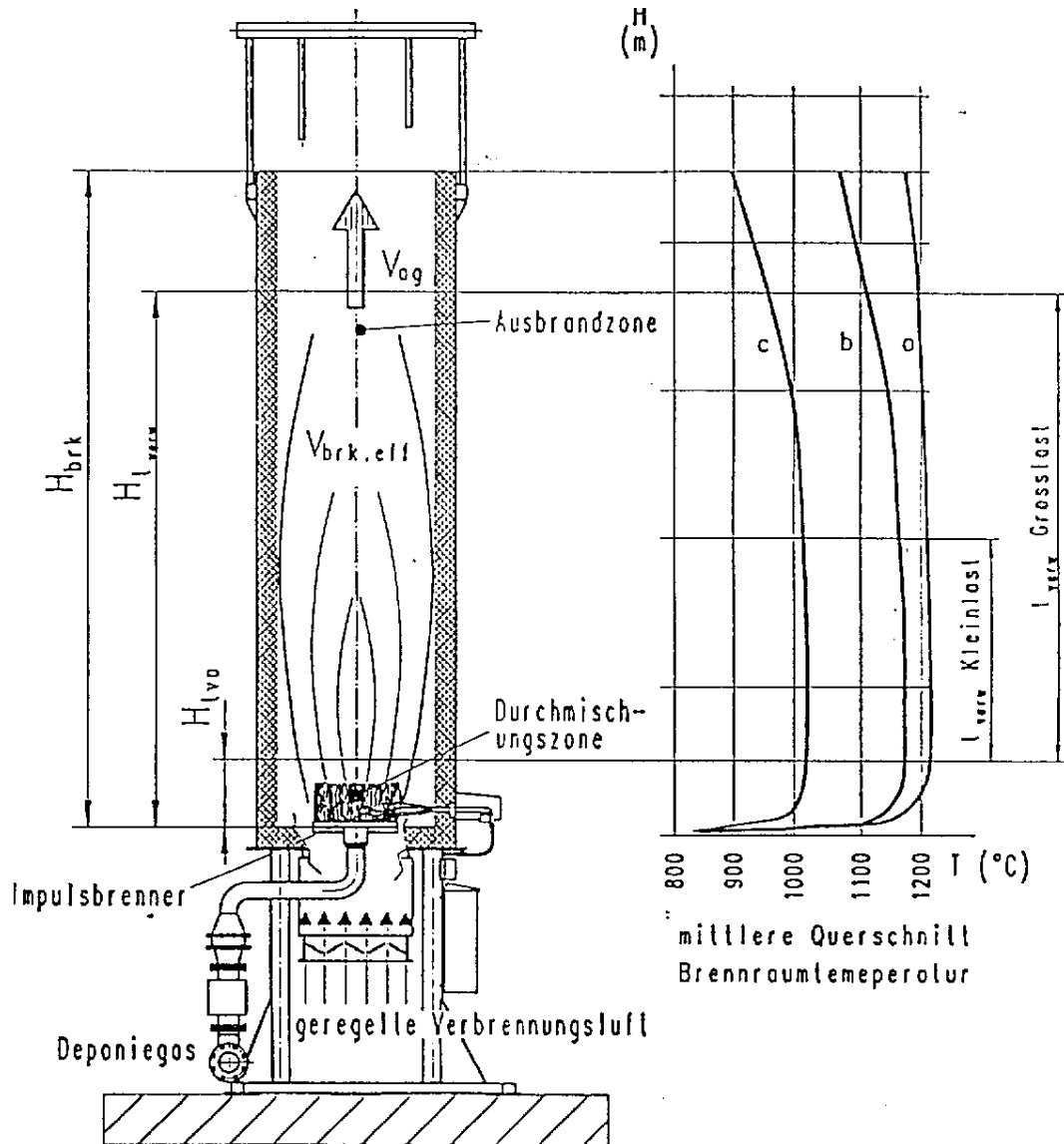


2.1 Temperaturprofil im Brennraum des HT-Fackelbrenners EGH 06 F (Quelle: Hofstetter AG)

Der Brennraum ist auf der ganzen Länge mit einer großzügig dimensionierten hochtemperaturbeständigen Isolation mit extrem tiefer Wärmedurchgangszahl ausgekleidet.

Dank der Konzeption des Brenners wird die Flamme großflächig verteilt. Entsprechend wird auch die Temperatur gleichmäßig auf den Brennraumquerschnitt verteilt und sehr rasch erreicht.

Das folgende Diagramm zeigt das Temperatur- und Verweilzeitprofil bei Groß- und Kleinlastbetrieb.



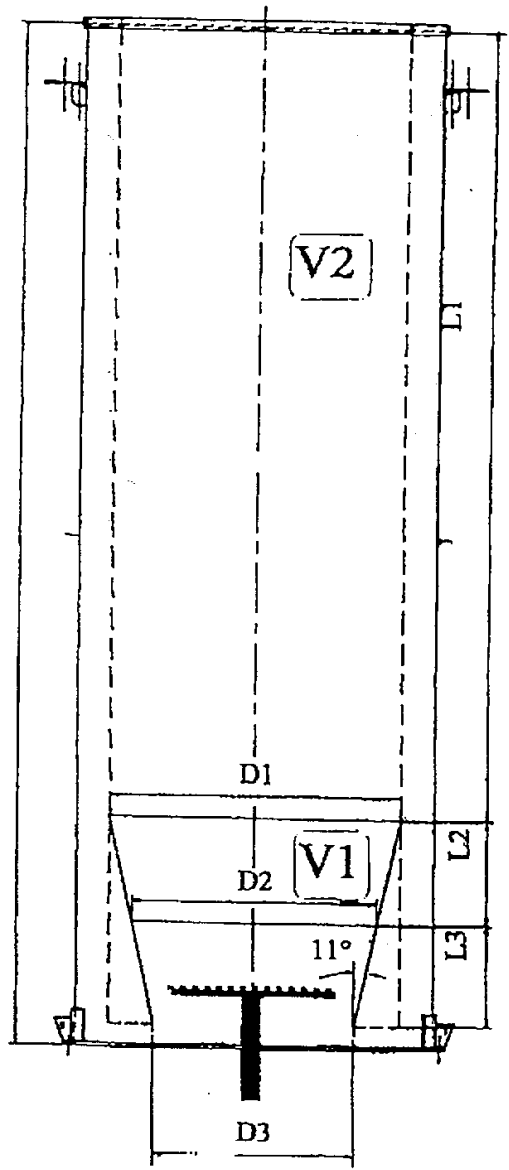
V_{ag} = Abgasmenge bei T_{max} und t_{verw}

$V_{brk.T}$ = 'heisser' Brennkommerbereich

- a = Temperaturprofil bei Großlast
- b = Temperaturprofil bei Mittellast
- c = mögliches Temperaturprofil bei Kleinlast und Schwachgas

2.2 Verweilzeitberechnung am Beispiel einer Lambda - Verbrennungsanlage

Nenngröße der Fackel		300	m³/h
Brennraumdaten			
Durchmesser 1 D1	649 mm		
Durchmesser 2 D2	649 mm		
Durchmesser 3 D3	500 mm		
Länge 1 L1	4500 mm		
Länge 2 L2	0 mm		
Länge 3 L3	500 mm		
Länge Gesamt LG	5000 mm		
Winkel	11 °		
Volumen 1 V1	0 m³		
Volumen 2 V2	1,49 m³		
Volumen Gesamt	1,49 m³		
Stoffwerte			
	cp	r	Hu
	kWh/(kgK)	kg/m³	kWh/m³
Luft	$2,8 \cdot 10^{-4}$	1,293	-
CO2	$2,3 \cdot 10^{-4}$	1,977	-
H2O	$5,93 \cdot 10^{-4}$	0,804	-
N2	$2,9 \cdot 10^{-4}$	1,251	-
CH4	-	0,718	9,9436
Maximale Leistung			
P	300 m³/h 50 CH ₄	1491,54 kW	
Stöchiometrische Verbrennung			
CH4-Gehalt	50 %		
Mindestluftbedarf	1428 m³/h		
Frischgas			
CH4	107 kg/h		
CO2	297 kg/h		
Luft	1848 kg/h $\lambda = 1$		
Summe	2250 kg/h		
Rauchgas			
CO2	593 kg/h		
H2O	241 kg/h		
N2	1411 kg/h		
Summe	2246 kg/h		
Verbrennung			
spez. Wärmekapazität	3,067E-04 kWh/(kgK)		
Temperaturerhöhung	2166 °C $\lambda = 1$		
Verbrennungstemperatur	1250 °C		
Kühlluftmasse 1.450 m³/h	1872 kg/h		
Luftverhältnis X	2,01		
Flammenlänge = 0			
Verweilzeitberechnung			
Temperatur	20 °C	1250 °C	
Rauchgasvolumen	3176 m³/h	16508 m³/h	
Verweilzeit	<u>0,32 s</u>		



Quelle: HET