



# Verbrennung von niederkalorischen Gasen in rekuperativen Brennkammersystemen

**DAS - IB GmbH**

DeponieAnlagenbauStachowitz  
LFG - & Biogas -Technologie

Internationale Bio – und Deponiegas Fachtagung  
„Synergien nutzen und voneinander lernen VIII“  
in Bayreuth 2014

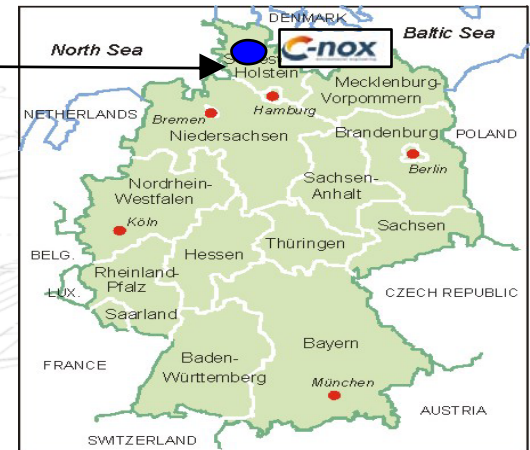


## C-nox Philosophie

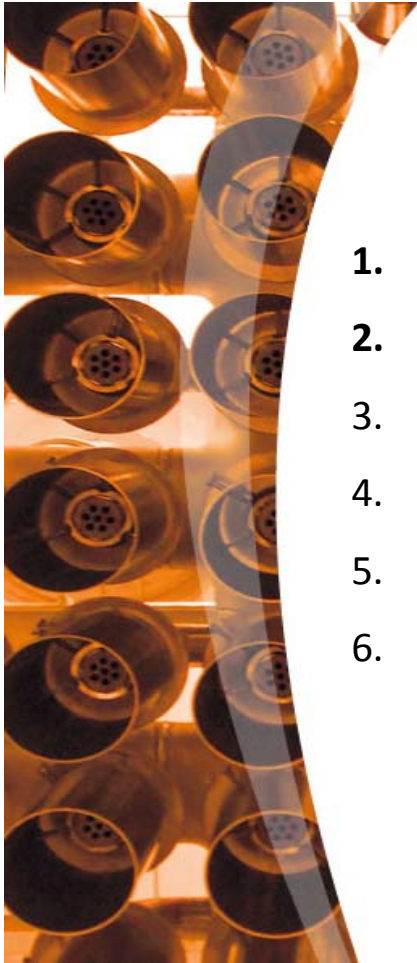


**C-nox** hat eine Verbrennungstechnologie entwickelt, in der Umweltschutz und Energieeffizienz nicht in Widerspruch zu moderner Industrieproduktion stehen.

- **C-nox** hat seinen Sitz in Norddeutschland
- **C-nox** hat in 9 Jahren mehr als 1.000 Gasfackeln ausgeliefert
- **C-nox** hat zur Zeit 18 Mitarbeiter

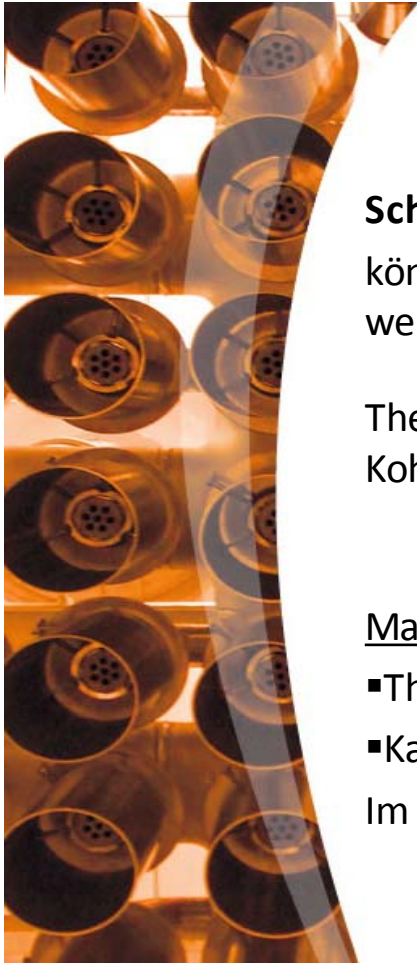


*C-nox GmbH & Co. KG – Haberstr.23, 24537 Neumünster - Germany*



# Produkte

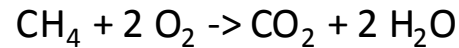
1. **Verbrennungsanlagen - Gasfackelanlagen**
2. **Verbrennungsanlagen - Brennkammeranlagen**
3. Verdichterstationen, Gasaufbereitungscontainer
4. Filteranlagen zur Gasentschwefelung
5. Gaskühlung - Gastrocknungsanlagen
6. Kondensatabscheider, Demister



## Zielsetzung

**Schädigende** oder **belästigende** Verunreinigungen in Abgasen können durch Verfahren der thermischen Abgasreinigung behandelt werden.

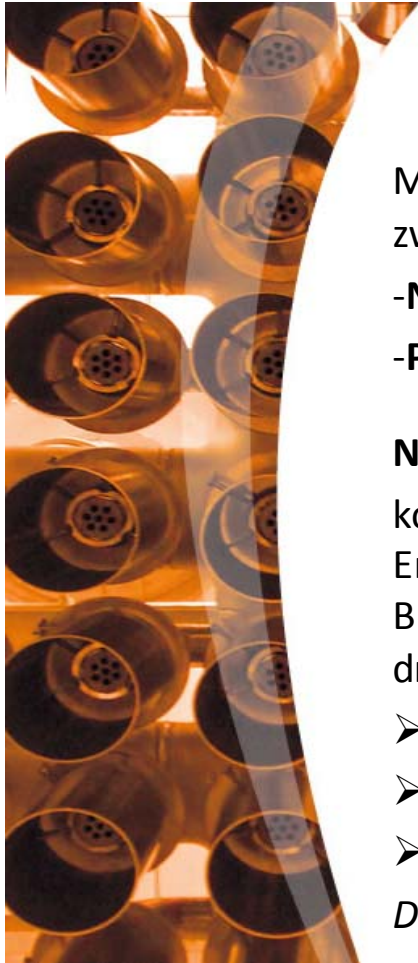
Thermische Behandlung = Oxidation von Kohlenwasserstoffen zu Kohlendioxid und Wasser, z. Bsp. Methan:



Man unterscheidet 2 Arten der Verbrennung:

- Thermische Verbrennung
- Katalytische Verbrennung

Im folgenden wird nur thermische Verbrennung betrachtet.



# Thermische Verbrennung

Man unterscheidet bei Apparaten zur Thermischen Verbrennung zwischen den Bedarfsfällen

- Notgasentsorgung**
- Prozeßgasentsorgung**

## **Notgasentsorgung:**

kohlenwasserstoffhaltiges Gas, i.d.R. Biogas, wird als Wertstoff zur Energienutzung (Strom, Wärme) genutzt. Nur wenn die Abnahme des Biogases limitiert ist, muss das kontinuierlich anfallende Biogas aus drei Gründen entsorgt werden:

- das Entstehen von explosionsfähiger Atmosphäre vermeiden
- die Emission des gesundheitsschädlichen [...] Biogases vermeiden
- die Emission des Klima beeinflussenden Methans vermeiden

*Die Notgasentsorgung wird im Folgenden nicht weiter thematisiert*



# Thermische Verbrennung

Man unterscheidet bei Apparaten zur Thermischen Verbrennung zwischen den Bedarfsfällen

- Notgasentsorgung
- Prozeßgasentsorgung

## Prozeßgasentsorgung:

Wenn regelmäßig oder über einen längeren Zeitraum Gas entsorgt werden muss, wird eine Prozeßgasentsorgungseinrichtung gemäß TA Luft benötigt. Diese hat eine geregelte Verbrennungsluftzufuhr zur Regelung der Verbrennungslufttemperatur in Abhängigkeit der gemessenen Abgastemperatur im oberen Bereich des Flammrohres der Gasfackel.



# Prozeßgasentsorgung

Man unterscheidet bei Apparaten im Bereich Prozeßgasentsorgung zwischen Apparaten mit

**-nicht adiabatischen Reaktionszonen:**

Hochtemperaturgasfackeln (HTV) mit geregelter Luftzufuhr und keramischer Flammrohrauskleidung

**-adiabatische Reaktionszonen:**

keramisch ausgekleidete Brennkammern

# Beispiele - Gasfackelanlagen

## Anwendung Biogasanlage: Notgas-Fackel



Notgasfackel Typ NTV 7,0 –  
Biogas 1.100 Bm<sup>3</sup>/h,  
Vilnius / Litauen

## Anwendung Industrie: Betriebs- / Hochtemperatur-Fackel



Hochtemperaturgasfackel Typ HTV 26 -  
Biogas 4.000 Bm<sup>3</sup>/h,  
Norrköping / Schweden







## Beispiele HTV



Betriebsfackel Typ HTV 2,8,  
Biogasanlage 400 Bm<sup>3</sup>/h,  
Kokkola / Finnland



Betriebsfackel Typ HTV 1,0,  
Ammoniakanlage 1.100 Bm<sup>3</sup>/h,  
Brunsbüttel / Deutschland



## Beispiel HTV



### HTV Fackel 27 MW Kavernenanlage Ostfriesland

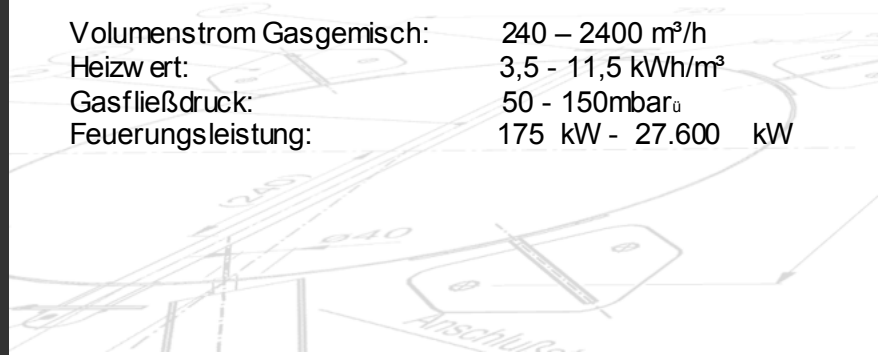


**Einsatzzweck:** Verbrennung von Erdgas bei Betriebsstillständen oder Wartungsarbeiten des Kavernenbetriebes

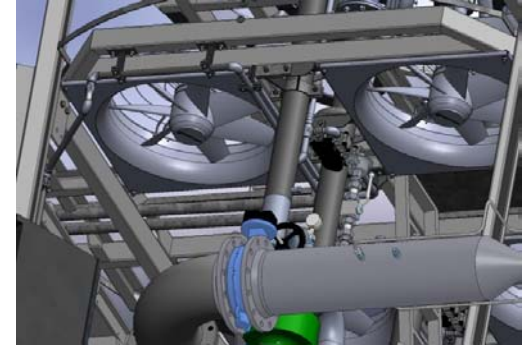
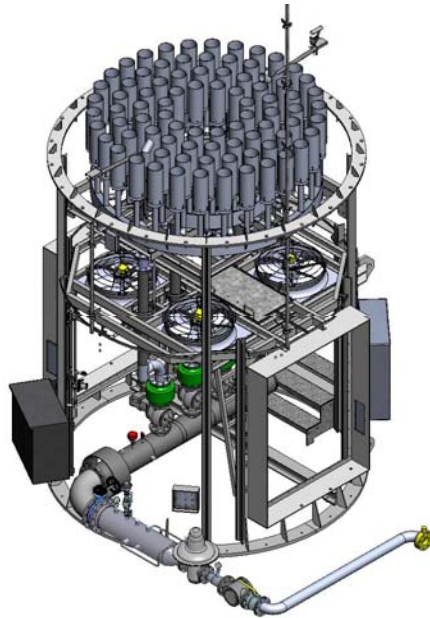
#### Technische Daten:

Volumenstrom Gasgemisch:	240 – 2400 m <sup>3</sup> /h
Heizwert:	3,5 - 11,5 kWh/m <sup>3</sup>
Gasfließdruck:	50 - 150mbar <sub>ü</sub>
Feuerungsleistung:	175 kW - 27.600 kW

*Draufsicht*



## Beispiel - HTV Fackel 27



### Abmessungen:

Rundfackel Ø3200, Höhe 11.000 mm

- 4 Brennkreise / 82 Brenner
- 2 Propanzündgasstrecken
- 4 FU-gesteuerte Verbrennungsluftgebläse
- sicherheitsgerichtete SPS Siemens S7-300 F

**3D-Zeichnung Gasfackel mit Gasdruckregelstrecke**





## Beispiel – Gasverdichterstation HT-Gasfackel

**C-nox**  
environmental engineering  
[www.c-nox.de](http://www.c-nox.de)



HTV 3,75 - (ca. 650 m<sup>3</sup>/h, ca.65% Vol. CH<sub>4</sub>) + Verdichterstation- England



# Betriebskosten

## Bedarf an Zusatz von hochkalorischem Stützgas:

### -autothermer Betrieb:

Betrieb, bei dem der Brennstoffbedarf der thermischen Abgasreinigungsanlage durch die Reaktionsenthalpien der Prozeßgasinhaltsstoffe gedeckt wird

### -nicht autothermer Betrieb:

das Prozeßgas muss angereicht werden, bis es brennbar ist.  
Geeignete Gase hierfür sind z. Bsp. Propan oder Erdgas

## Die Heizwerte dieser beiden Gase sind sehr unterschiedlich:

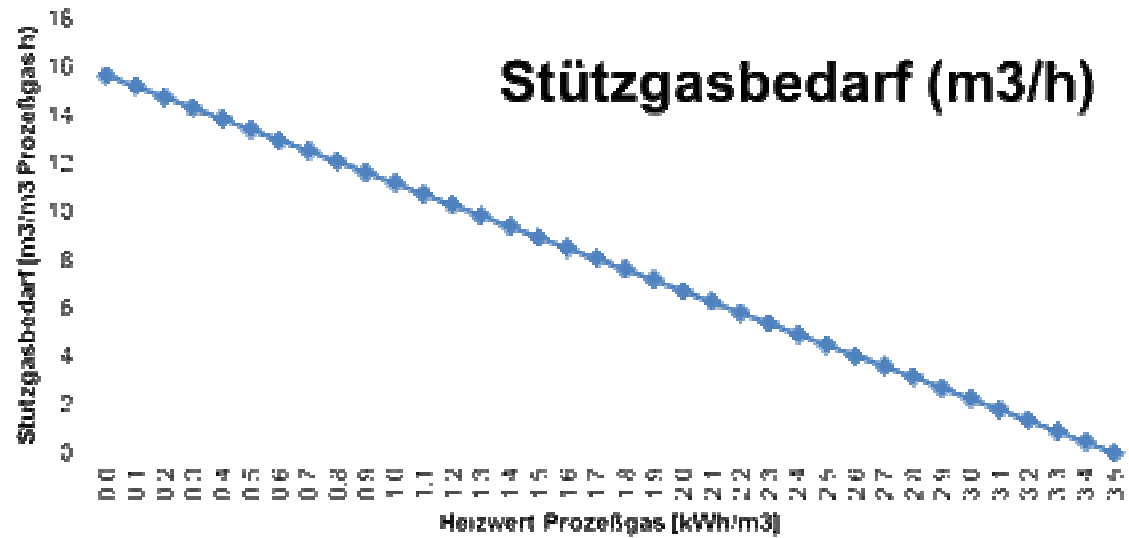
- Propan 25,9 kWh/m<sup>3</sup>
- Erdgas (H) 11,5 kWh/m<sup>3</sup>

-> die benötigte Menge an Stützgas ist abhängig vom verwendeten Gas



# Betriebskosten

## Stützgasbedarf (m<sup>3</sup>/h)



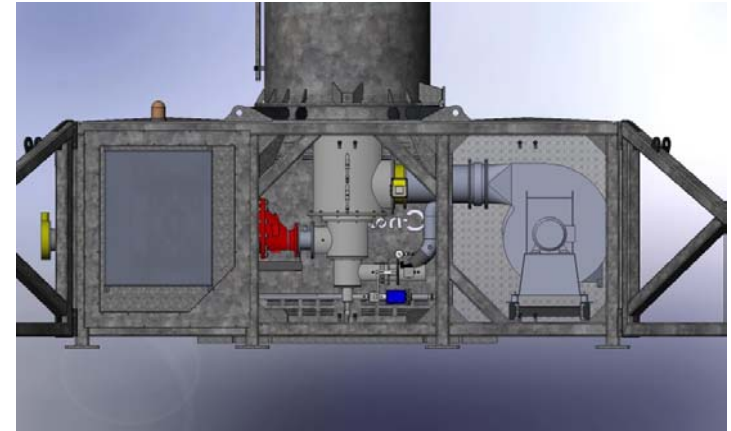
# Beispiel nicht-autotherme Verbrennung

**Einsatzzweck:** Tankabluft, die bei der Tankreinigung drucklos anfällt



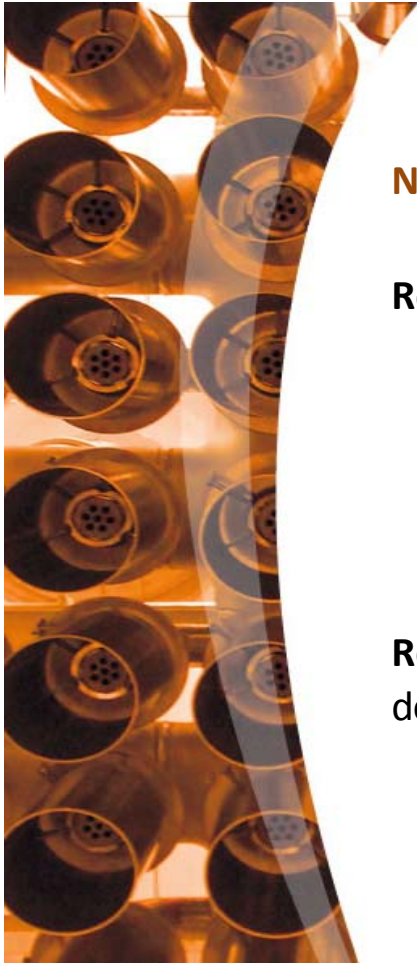
## **Technische Daten:**

Volumenstrom Gasmisch: 3.000 m<sup>3</sup>/h  
Beladung: 0 – 350 g/m<sup>3</sup>  
Druck: 1.000 mbar  
Feuerungsleistung: 5.000 kW



## **Technische Daten:**

Volumenstrom Gasmisch: 1.200 m<sup>3</sup>/h  
Beladung: 0 – 350 g/m<sup>3</sup>  
Druck: 1.000 mbar  
Feuerungsleistung: 1.600 kW



## Betriebskosten II

### Nutzung von Verbrennungswärme als Primärenergiesubstitution:

**Regenerator:** Diskontinuierlich arbeitender Wärmeübertrager, bei dem der Energieinhalt eines Stromstroms zyklisch zwischengespeichert und zwecks Aufheizung an einen zweiten Stoffstrom niedrigerer Temperatur abgegeben wird. Beide Stoffströme durchströmen in zeitlicher Abfolge dieselben Speicherelemente

**Rekuperator:** Kontinuierlich arbeitender Wärmeübertrager, bei dem  
der Energieinhalt eines Stoffstromes an einen zweiten Stoffstrom niedrigerer Temperatur übertragen wird. Beide Stoffströme sind apparativ von einander getrennt.





## Betriebskosten III

### Verwendungszwecke der mittels Regenerator und Rekuperator verfügbar gemachten Wärme:

#### ❖ Wärmeerschleusung:

Wärme wird zur weiteren Nutzung zur Verfügung gestellt

#### ❖ Wärmenutzung für Verbrennungsprozeß

Verbrennungswärme wird zur Erwärmung des Prozeßgas **und** der Verbrennungsluft genutzt. Dadurch sinkt der durch das Prozeßgas

einzubringende Enthalpiegehalt zur Erreichung des Flammpunktes erheblich. Dies bedeutet, dass der Heizwert des Prozeßgases erheblich niedriger sein kann, um den autothermen Gehalt des Prozeßgases zu erreichen. Daraus folgt, dass bei Prozeßgasen mit niedrigem Heizwert weniger bzw. kein Stützgas erforderlich ist

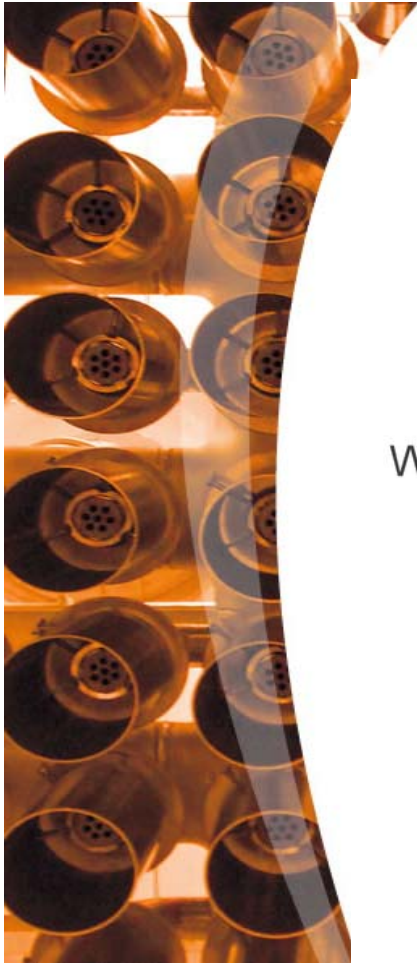


# Rekuperative Brennkammer

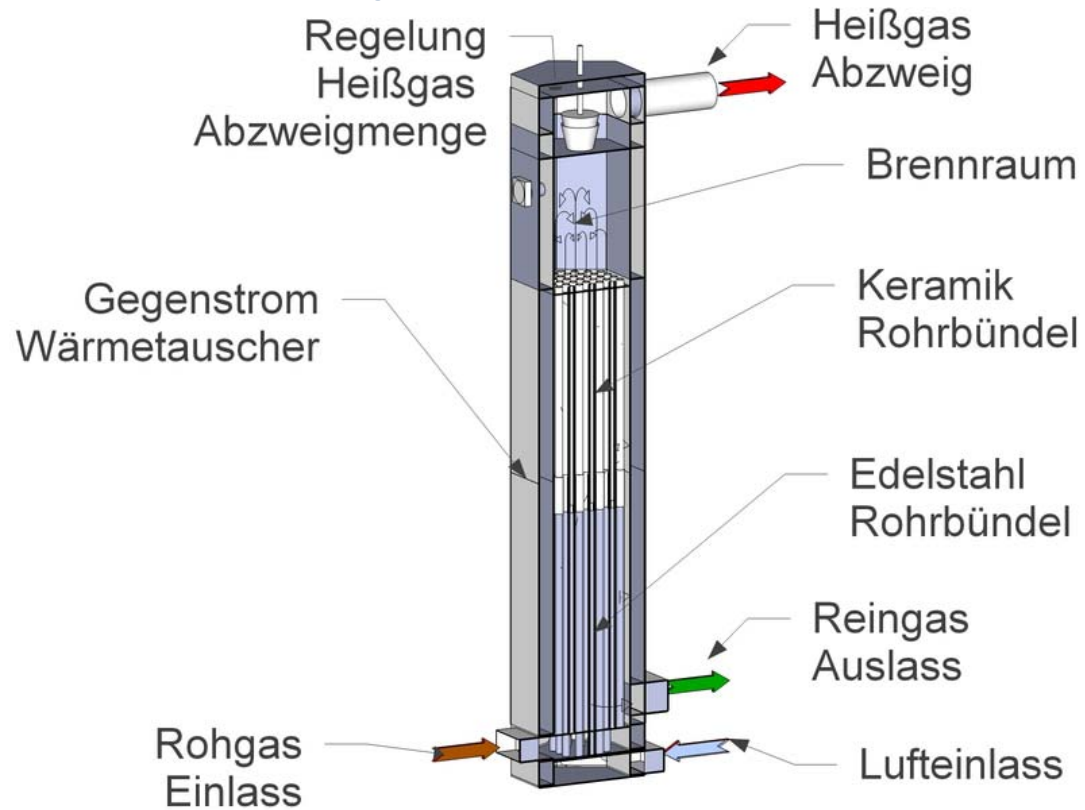
**Durch den Einsatz der rekuperativen Brennkammer sinkt der Bedarf an Stützgas signifikant:**

- Erheblich geringere Kosten für Stützgas
- Erheblich geringere Umweltbelastung durch Einsparung von fossilen Energieträgern
- Energetisch effiziente Verbrennung von Gasen mit geringsten Heizwerten, **ca. 10%...**
- Erheblich geringere Umweltbelastung durch Verringerung von Kohlendioxidemissionen
- Geringstes Gefährdungspotenzial bei toxischen Produkten, da geschlossene Brennkammer

Die Rekuperative Brennkammer erfüllt die Auflagen der **TA Luft**.



# Rekuperative Brennkammer





# Rekuperative Brennkammer

Abgasaustritt  
Hochtemperatur

Abgas  
Verbrennungsluft



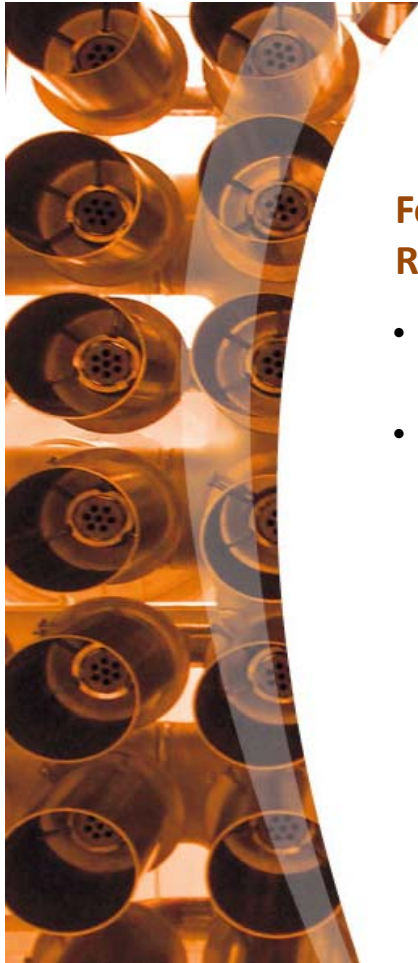
Prozessgas



# Anwendungsmöglichkeiten rekuperative Brennkammer

## Vielseitige Anwendungen durch die Bauart der geschlossenen Brennkammer

- Für Deponiegas Verbrennung
- Bodensanierung zur Verbrennung von Kohlenwasserstoffen
- Petrochemie, z.B. Tankreinigungen
- Pharmaindustrie
- Pyrolysegase
- Abluft aus Lackieranlagen



# Rekuperative Brennkammer

## Forschung und Realisierung des innovativen Systems Rekuperative Brennkammer:

- Forschung & Entwicklung gefördert durch die Wirtschaftsförderung des Landes Schleswig-Holstein
- Unterstützt durch Bachelor-Arbeiten der Fachuniversität Flensburg



## Quellenhinweis

- **BGR 104** Explosionsschutz-Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre
- **VDI 2442** Verfahren und Technik der thermischen Abgasreinigung
- **DIN EN 746-2** Industrielle Thermoprozessanlagen – Teil 2  
Sicherheitsanforderungen an Feuerungen und Brennstoffführungssysteme
- **KAS 28** Anforderungen an die zusätzliche Gasentsorgungseinrichtung von Biogasanlagen

**Vielen Dank für Ihr Interesse!**



Wir würden uns über Interesse an einer  
Kooperation sehr freuen, sprechen Sie uns an!

**C-nox GmbH & Co. KG**

Tel: 04321-85199-0

[info@c-nox.de](mailto:info@c-nox.de) [www.c-nox.de](http://www.c-nox.de)

