

## Modular skalierbare FLOX® -Schachgasverbrennung



*SGV 300 mit Brennwertkessel im Container*

E-flox baut Schwachgasverbrennungsanlagen nach dem Prinzip der Flammlosen Oxidation

® FLOX ist ein eingetragenes Warenzeichen der WS Wärmeprozessstechnik GmbH; Renningen

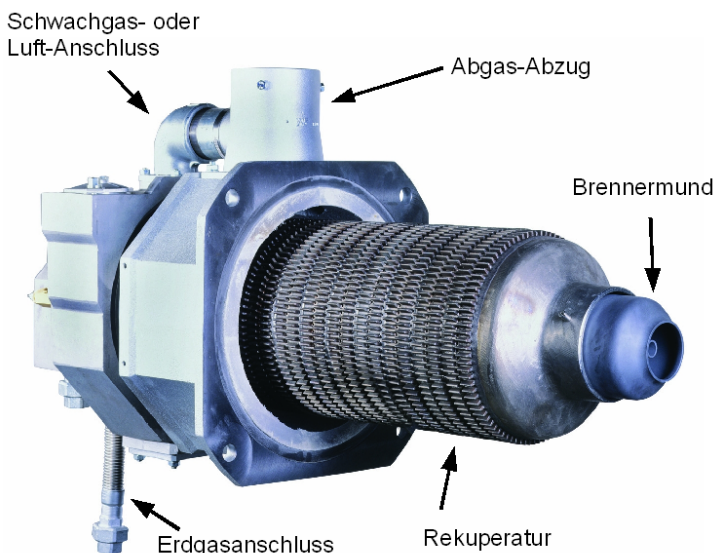
(FLOX). Dabei kann in zwei Grund-Typen unterschieden werden, kompakte Schwachgasverbrennungsanlagen für Volumenströme unter 200 Nm<sup>3</sup>/h und große modulare Schwachgasfeuerungsanlagen, beginnend bei 250 Nm<sup>3</sup>/h bis zu mehreren Tausend Nm<sup>3</sup>/h. Dieses Info-Blatt beschreibt letztere modular skalierbare Produktreihe.

### Beschreibung der FLOX-Schwachgasverbrennungstechnik

Ein Schwachgasverdichter erhöht, falls erforderlich, den Druck des Schwachgases auf 50-80 mbar. Ein Frischlüfter stellt Verbrennungsluft mit entsprechendem Vordruck bereit. Beide Gasströme werden Rekuperativbrennern zugeführt, die von oben in eine isolierte Brennkammer eingesteckt sind. Bild 2 zeigt schematisch die Anordnung der Brenner. Die Größe und Anzahl der eingesetzten Brenner hängt von der Menge und Zusammensetzung des Schwachgases ab.

Die Verbrennung findet bei einer Temperatur von rund 900°C statt. Bei den Rekuperativbrennern (vgl. Bild 1) wird das Abgas über den Brennermantel außen abgesaugt. Dabei wird das Abgas über Rippen geführt und gibt seine Wärme an das gleichzeitig innen zum Brennermund strömende Gas (Luft oder Schwachgas) ab. So wird das Abgas auf Temperaturen von knapp 600°C abge-

kühlt sowie Luft und Schwachgas auf rund 500°C erwärmt. Diese sehr kompakte Wärmerückgewinnung ermöglicht den Einsatz der heizwertarmen Gase bis hinunter zu ca. 4% Methan im Schwachgas. Zusätzlich kann über den zentralen Brenner Erdgas zudosiert werden, um bei noch geringeren Heizwerten die Brennkammertemperatur zu halten. Dieser zentrale Brenner dient gleichzeitig als Startbrenner, um mit dem Brennstoff Erdgas, Flüssiggas oder auch Biogas das System im Flammenmodus auf die Mindesttemperatur von 850°C zu erwärmen. Nach Erreichen dieser Mindesttemperatur schaltet die Anlage in den FLOX-Modus um. Bei der flammlosen Oxidati-



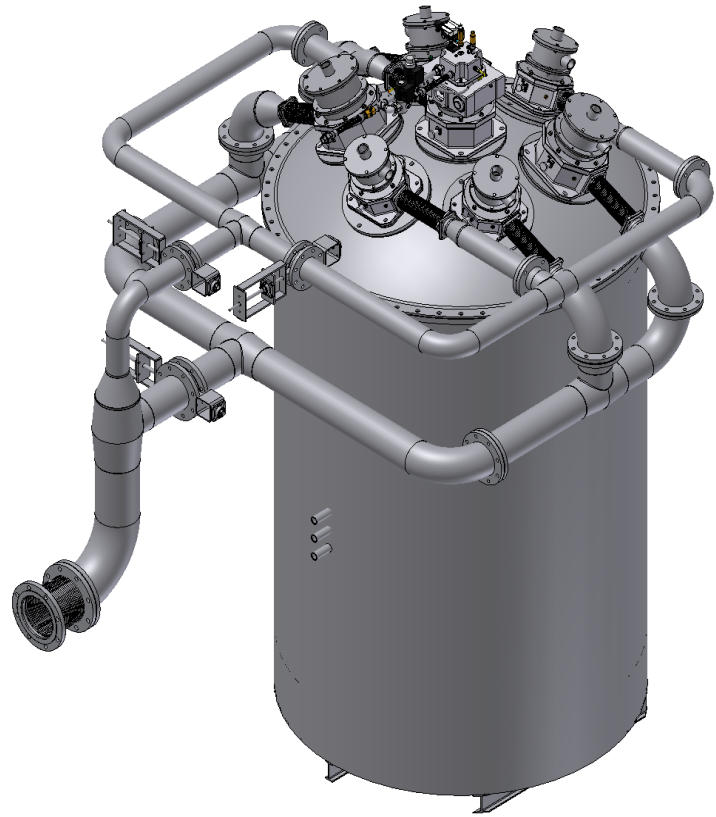
**Bild 1:** Standard Rekuperator FLOX®-Brenner

on (FLOX) bildet sich keine Flamme aus, Brennstoff, Abgas und Verbrennungsluft wird effizient vermischt, bevor es zur Oxidation kommt. Dadurch erfolgt unabhängig von der Gaszusammensetzung eine vollständige Umsetzung der brennbaren Gasbestandteile. CO und CH<sub>4</sub> Emissionen liegen typischerweise bei unter 10 ppm. NO<sub>x</sub> entsteht wegen der gleichmäßigen Temperaturen im Brennraum kaum, wenn nicht über den Brennstoff Vorläufersubstanzen eingetragen werden. Dieser vollständige Umsatz und die Unempfindlichkeit gegenüber kurzzeitig auftretenden H<sub>2</sub>S-Durchbrüchen zeichnen die Anlage im Vergleich zu katalytischen Verbrennungssystemen aus.

Bild 2 zeigt die eine Schwachgasverbrennungsanlage für 500 Nm<sup>3</sup>/h in der 3D-Ansicht. Der Reaktor hat einen Durchmesser von 1,8 Metern. Oben im Reaktordeckel ist mittig der Startbrenner angeordnete, um ihn herum die Schwachgasbrenner und zusätzliche Luft-Rekuperatoren. Optional

kann die Anlage auch noch mit zusätzlichen Kaltluftdüsen ausgerüstet werden, um auch Schwachgase von mehr als 6% verbrennen zu können. Bei noch höheren Methangehalten ist dann auch noch ein Heißgasbypass zum direkten Ableiten des Abgases aus der Brennkammer möglich. In der gezeigten Anordnung wird das heiße Abgas komplett über die Brennern bzw. Rekuperatoren ausgeleitet und in einer Sammelleitung z.B. einem Abwärmekessel zugeführt.

Neben dem gezeigten runden Reaktor, der bis zu 900 Nm<sup>3</sup>/h eingesetzt wird, wird bei größeren Anlagen der Reaktor aus mehreren Segmenten zu einer rechteckigen Form zusammengesetzt. Dieser Rechteckige Reaktor hat dann eine Breite von rund 2 Metern, seine Länge hängt von der zu verarbeitenden Schwachgasmenge ab.



**Bild 2:** 3-D Ansicht SGV500

### **Betriebsweise der Schwachgasfeuerung:**

Der oder die Startbrenner heizen die Brennkammer auf 850 bis 900°C auf. Dies dauert bei einer komplett ausgekühlten Anlage ca. 30-40 Minuten. Nach Erreichen der Mindesttemperatur schaltet der Startbrenner in den FLOX-Modul und dosiert so viel Erdgas wie für die Temperaturhaltung erforderlich. In dieser Phase werden dann die anderen Rekuperatoren vorgewärmt. Dies dauert wiederum ca. 10 Minuten. Danach wird dann die Schwachgasdosierung freigegeben. Während des Betriebs wird die Anlage nach folgenden Grundsätzen geregelt:

1. Die zugeführte Luftmenge wird über die Sauerstoffkonzentration im Abgas geregelt, welche von einer Lambda-Sonde gemessen wird. So wird ein minimaler O<sub>2</sub>-Gehalt im Abgas von 4 Vol% sichergestellt.
2. Die Temperatur im Reaktor wird durch folgende Maßnahmen geregelt:
  - Erhöhung der Luftmenge falls die Temperatur zu hoch ist.
  - Verschieben der Luftdosierung zwischen vorgewärmter Primär- und nicht vorgewärmter Sekundär-Luft falls die Temperatur zu hoch ist.
  - Direkte Ableitung von Heißgas aus dem Reaktor falls die Temperatur zu hoch ist.
  - Zudosierung von zusätzlichem Brennstoff (z.B. Biogas) wenn die Temperatur unter den Sollwert von 850°C sinkt.

## **Kundenspezifisches Design**

Auf Basis der Kundendaten zu Schwachgasmenge und Schwachgaszusammensetzung erstellt e-flox für jeden Auftrag ein Computermodell mit Hilfe dessen die Energie- und Massenströme berechnet werden können. Mit diesem Hilfsmittel werden auch die Brenner spezifiziert und ggf. zusätzliche Designspezifika wie Sekundärluftanlagen oder Heißgasbypass festgelegt. Aus der Simulation kann auch der zu erwartende Wärmeertrag ermittelt werden, mit dem Ergebnis kann direkt ein geeigneter Abhitzekessel ausgelegt werden.

Auf Basis dieser Ergebnisse wird dann die Anlage konstruiert. Dabei wird auf standardisierten Grundmodulen aufgebaut, die je nach Projektspezifischen Anforderungen angeordnet werden. Mit dieser Vorgehensweise ist sichergestellt dass die Anpassung an unterschiedliche Anlagengrößen in akzeptablen Zeiten und zu akzeptablen Preisen erfolgen kann.

## **Mögliche Zusatzanlagen**

### *Abwärmennutzung:*

Die Verbrennungsanlage produziert, abhängig vom Schwachgas Abgas mit 500-800°C Temperatur. Kann die Energie nicht direkt, z.B. für Trocknungsprozesse, genutzt werden, so bietet e-flox die Lieferung zusammen mit einem Abhitzekessel an. Bei Biogasanlagen wird die Feuerung z.B. mit einem speziellen Brennwärtekessel ausgeliefert, der das Abgas bis 60°C abkühlt und trotzdem Vorlauftemperaturen von 80°C gewährleistet. Bei solchen Anwendungen amortisiert sich die Schwachgasverbrennung alleine durch die vermiedenen Erdgas-Brennstoffkosten. Neben warmem Wasser kann aber auch Satttdampf oder Thermalöl produziert werden.

### *Schwachgas-Zwischenspeicher:*

Wenn der Volumenstrom und die Zusammensetzung des Schwachgases starken kurzzeitigen Schwankungen unterworfen sind, wie dies z.B. bei PSA Anlagen der Fall ist, so bietet e-flox einen zusätzlichen Schwachgaszwischenpeicher an. Dabei wird das Gas in einen Speichersack eingeblasen, der in einem Wellblechsilo untergebracht ist. Der Füllstand des Gasspeichers wird mit einem Ultraschallsensor vom Silo-Dach aus bestimmt. Mit dem Füllstand wird die Gasentnahme über den Schwachgasventilator geregelt.

### *Wärme-Speicher:*

Wenn die Abwärme in einem Warmwasserkessel genutzt wird, so ist oftmals der Einsatz eines Wärmespeichers anzuraten. So kann z.B. im Sommer sichergestellt werden, dass auch bei kurzzeitigen Bedarfsspitzen kein Zusatzkessel gebraucht wird, sondern die ganze Wärme quasi „gratis“ von der Schwachgasverbrennung produziert wird. Über spezielle Ein- und Ausleitsysteme der Heizsole in den Speicher ist sichergestellt, dass sich eine vertikale Temperaturschichtung einstellt, was die Kapazität des Speichers weiter verbessert.