

# Inhalt

## Gasdarbietung und Gaseinsatz in der Industrie

<b>1</b>	<b>Aktueller Stand der Gasdarbietung und des Erdgaseinsatzes in der Industrie</b>	
1.0	Vorbemerkung .....	2
1.1	Energieverbrauch in Deutschland .....	3
1.1.1	Begriffe .....	3
1.1.2	Daten und Zahlen .....	3
1.2	Erdgasherkunft und Bezugsquellen Deutschlands .....	9
1.2.1	Bezugsstruktur .....	9
1.2.2	Bezugsländer im einzelnen .....	10
1.3	Erdgas in der Energiepolitik .....	11
1.3.1	Versorgungssicherheit .....	11
1.3.2	Wettbewerbsfähigkeit .....	13
1.3.3	Energieeinsparung .....	13
1.3.4	Umweltverträglichkeit .....	14

## Grundlagen des wirtschaftlichen und umweltfreundlichen Erdgas-Einsatzes

<b>2</b>	<b>Grundlagen der Verbrennungstechnik und der Schadstoffminderung</b>	
2.1	Brenneigenschaften von Gasen .....	16
2.1.1	Gasbeschaffenheit .....	16
2.1.2	Verbrennungsrechnung .....	19
2.2	Verbrennung und Flammen .....	22
2.2.1	Charakterisierung von Flammen .....	23
2.2.2	Zündung und stationäre Verbrennung .....	25
2.2.3	Flammenstabilität .....	28
2.3	Energiebilanz und Wirkungsgrade .....	29
2.4	Schadstoffbildung .....	32
2.4.1	Grundlagen der Schadstoffbildung .....	32
2.4.2	Technologien zur Minderung der NO <sub>x</sub> -Emissionen .....	38

## Brennersysteme für den industriellen Einsatz

<b>3</b>	<b>Gasbrenner für die industrielle Gasanwendung</b>	
3.1	Gasbrenner für Industriefeuerungen .....	50
3.1.1	Einteilung der Brennersysteme .....	50
3.2	Brenner mit hohem Verbrennungsgasimpuls .....	53

3.3	Brenner mit mittlerem und kleinem Verbrennungsgasimpuls .....	55
3.3.1	Brenner für Industrieöfen .....	55
3.3.2	Brenner für industrielle Dampf- und Heizwasserkessel .....	57
3.4	Strahlungsbrenner .....	58
3.4.1	Strahlungsbrenner im Hochtemperaturbereich .....	59
3.4.2	Brenner mit Strahlplatten .....	61
3.4.3	Strahlungsbrennersysteme für indirekte Beheizung .....	65
3.5	Spezielle Feuerungssysteme .....	67
3.5.1	Brenner mit schadstoffarmer Verbrennung .....	67
3.5.2	Flächenbrenner .....	68
3.5.3	Brennersysteme für den Großkesselbau .....	74
3.5.4	Tauchbrenner .....	74
3.5.5	Sauerstoffbrenner .....	75
3.5.6	Rekuperatorbrenner .....	77
3.5.7	Regenerativbrenner .....	80
3.6	Bewegliche und ortsfeste Brenner für die Erwärmung von Werkstücken, Werkzeugen und Betriebshilfsmitteln .....	82

## **Regeln und Sichern von Industrieofenanlagen**

### **4 Zündung, Überwachung und Regelung von Industrie-Gasbrennern**

4.1	Einleitung .....	84
4.2	Zündung von Zündbrennern und Hauptbrennern .....	84
4.3	Flammenüberwachung .....	85
4.4	Regelung .....	89
4.4.1	Gemischregelung .....	89
4.4.2	Gemischregelung für Kaltluft .....	90
4.4.3	Gemischregelung für Warmluft .....	93
4.4.4	Pneumatische Gemischregelung mit elektronischer Korrektur .....	94
4.4.5	Leistungsregelung .....	96
4.4.5.1	Kontinuierliche Regelung .....	98
4.4.5.2	Impulsfeuerung .....	99
4.5	Zusammenfassung .....	102

## **Energieeinsparung in der industriellen Gasanwendung – Möglichkeiten und Grenzen**

### **5 Möglichkeiten der Energieeinsparung bei Industriefeuerungen – Grundlagen und Anwendungen**

5.1	Einführung .....	104
5.2	Das Sankey-Diagramm zur Beschreibung der Energieeinfüsse in bestehenden Prozessen .....	106
5.2.1	Energiezufuhr .....	106
5.2.2	Die Prozeßverluste von Industrieöfen .....	107
5.2.2.1	Abgasverluste .....	108
5.2.2.2	Wandverluste .....	111
5.2.2.3	Öffnungsverluste (Wärme-, Stoff-) .....	111
5.2.2.4	Verluste durch Transportmittel .....	114
5.2.2.5	Verluste durch unterbrochenen Betrieb .....	114
5.2.3	Nutzenergie .....	118