Gasanalyse mit Diodenlasern optimiert Verbrennungsprozesse

Kontrolliertes Feuer in sensibler Umgebung

PROFI-GUIDE		
Branche	Anlagenbau	●●
	Chemie	●●●
	Pharma	
	Ausrüster	●
Funktion	Planer	●●
	Betreiber	●●●
	Einkäufer	●
	Manager	●

ENTSCHEIDER-FACTS

Für Betreiber

- Die Überwachung von CO-, CH_4- und O_2-Konzentrationen in Feuerungsanlagen ist nicht nur eine Frage der Brennereffizienz, sondern vor allem auch der Sicherheit.
- Durchstimmbare Laserdioden-Spektrometer haben sich hier bewährt: Sie messen berührungslos über den gesamten Querschnitt der Strahlungszone und zeigen wenig Querempfindlichkeiten.
- Eine große europäische Raffinerie setzt das System ein, um Risiken bei An- und Abfahrvorgängen zu verringern und den Wirkungsgrad zu optimieren.

Die Chemie scheut das Feuer. Dennoch wird gerade in der Petrochemie Prozesswärme oft mit Feuerungsanlagen erzeugt. Aufgrund des großen Risikopotenzials tun Betreiber gut daran, diese sicherheits- und regelungstechnisch stets auf dem neuesten Stand zu halten. Insbesondere für Feuerungsanlagen mit Naturzug, bei denen die Luftzufuhr ungeregelt ist, kommt noch ein weiterer Punkt hinzu: einen unnötig hohen Luftüberschuss zu vermeiden, um den thermischen Wirkungsgrad zu verbessern. Für beide Ziele hat sich der Einsatz von TDLS-Analysatoren bewährt.

Bei den meisten Feuerungsanlagen wird die Luft nicht per Gebläsezug, sondern durch einen Naturzug zugeführt: Der natürliche Abgasauftrieb führt dem Brennraum neue Luft zu. Deshalb verfügen diese Feuerungen in der Regel nicht über den bei anderen Prozesseinheiten der Anlage eingesetzten Automatisierungsgrad.

Dazu kommt, dass in der Vergangenheit kaum zuverlässige und effektive Instrumentierungs- und Automatisierungstechnologien verfügbar waren, um die Brennstoffzufuhr, die Gaskonzentrationen und das Luft/Kraftstoff-Verhältnis zu messen und zu regeln. So wird beispielsweise zur Berechnung des thermischen Wirkungsgrads am unteren Ende des Brennerrohrs ein Sauerstoff-Sensor benötigt. Während die Bediener aus Sicherheitsgründen einen Sauerstoff-Überschuss in der Feuerung aufrechterhalten, ist der von herkömmlichen Sensoren angegebene O_2-Gehalt aufgrund von Fremdluft möglicherweise falsch. Tatsächlich ist es möglich, dass die Brenner trotz eines Sauerstoffüberschusses am unteren Brennerrohrende nicht mit genügend Luft versorgt werden. Außerdem lassen Bediener wegen der mangelnden Luftzufuhrregelung üblicherweise einen überhöhten Luftüberschuss in der Feuerungsanlage zu, was den Wirkungsgrad der Anlage erheblich reduziert.

Die fehlende effektive Instrumentierung zur kontinuierlichen und reaktionsschnellen Messung der O_2- und CO-Konzentration in der Brennkammer der Feuerungsanlage stellt ein ernsthaftes Sicherheitsrisiko dar. Abgesehen von der nicht möglichen simultanen Regelung der Brennstoff- und Luftkonzentrationen können brennstoffreiche Bedingungen entstehen, die das potenzielle Explosionsrisiko drastisch erhöhen. Temperatur- und Brennstoffregler funktionieren unter brennstoffreichen Bedingungen nicht mehr ordnungsgemäß.

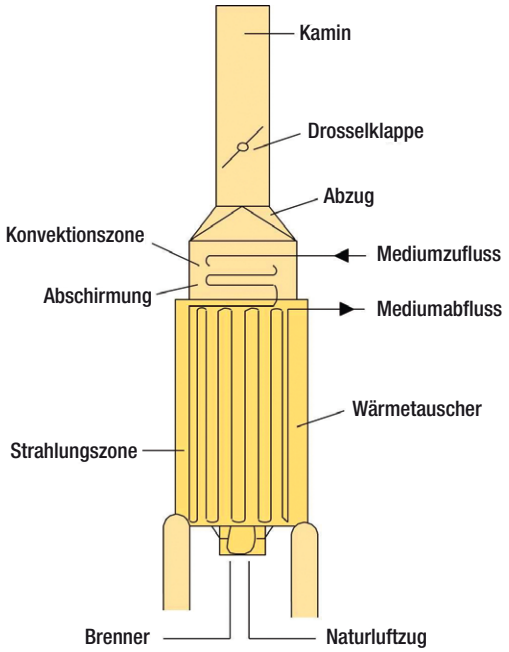
Das American Petroleum Institute empfiehlt in der Technischen Regel API 556 die Erkennung von brennbaren Gasen, vor allem

Die Autoren:

Arthur Groenbos, Yokogawa Europe; Werner Worringen, Yokogawa Deutschland

Bild: orxy – Fotolia

Schematische Darstellung einer typischen Feuerungsanlage

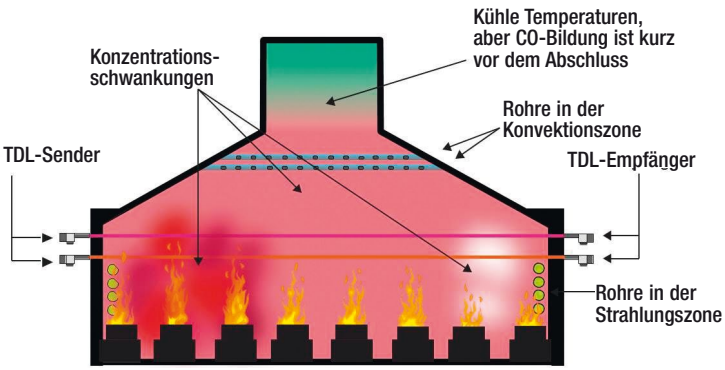


Bilder: Yokogawa

ZUR TECHNIK

TDLS-Analysatoren

TDLS-Systeme (Tunable Diode Laser Spectroscopy) messen die durchschnittliche Gaskonzentration über die gesamte Strahlungszone der Feuerungsanlage hinweg in Zyklen <5 s. Damit kann betriebskritischen Bedingungen durch die simultane Regelung der Brennstoff- und der Luftzufuhr entgegengewirkt werden. TDLS-Systeme messen sowohl die CO-, CH_4- und O_2-Konzentration als auch die Temperatur. Die Analysatoren arbeiten berührungslos und sind sehr genau und zuverlässig. Eine Kalibrierung ist selten notwendig, und die Geräte sind voll diagnosefähig. Die Messsignale der TDLS bleiben, anders als bei sensorbasierten Systemen, von der Anwesenheit anderer Gase im Rauchgas unberührt.



2: Grundlegende Funktionen des integrierten TDLS-Systems Combustion One von Yokogawa

CH_4. Herkömmliche Analysatortechnologien lassen sich jedoch aufgrund der hohen Temperaturen nicht in der Strahlungszone installieren. Um die Verbrennungsluft optimal zu regeln, müssen CH_4- und CO-Konzentrationen unabhängig von der Brennerbelastung oben in der Strahlungszone gemessen werden, weil dort die Verbrennung abgeschlossen ist. Hierbei ist zu beachten, dass sowohl O_2 als auch CO in Flammen mit Temperaturen bis 1.200 °C enthalten sind. Bei Low-NOX-Brennern wird der Verbrennungsablauf verzögert, um die Spitzentemperatur der Flammen zu senken. Dazu wird die Luft/Brennstoff-Führung gestuft oder werden kühlere Abgase mit der Verbrennungsluft extern rezirkuliert.

Für eine effektive Regelung des Verbrennungsprozesses müssen die O_2- und CO-Konzentrationen weit oben in der Strahlungszone, idealerweise ca. 30 cm unter den Leitungen im Dach, zuverlässig gemessen werden. Als Alternative zu örtlich begrenzten und unter Umständen nicht repräsentativen Einzelpunktmessungen können dazu Spektroskope auf Basis durchstimmbarer Laserdioden (TDLS) eingesetzt werden. Dabei werden O_2- und CO-Dichte über den gesamten Querschnitt ermittelt. So lässt sich das optimale Luft/Kraftstoff-Verhältnis einstellen. Der Brenner kann sicher geregelt und gleichzeitig ein hoher Gesamtwirkungsgrad erreicht werden. TDLS-Analysatoren reagieren auch in solchen Situationen zuverlässig auf alle „O_2-Vorkommnisse", die von herkömmlichen Sensoren mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht erkannt werden würden.

TDLS-System sichert An- und Abfahrvorgänge

Die kritischsten Phasen beim Betrieb von Feuerungsanlagen sind das Anfahren und das Herunterfahren. In einer großen europäischen Raffinerie wurden zwei TDLS-Analysatoren zur Messung der O_2-, CO- und CH_4-Konzentrationen im Strahlungsteil der Feuerungsanlage installiert. Ein spezieller Regler verarbeitet diese Messungen und überträgt die Messwerte an ein bestehendes DCS zur Überwachung und Regelung der Feuerung. Die spezielle Regelungshardware ist für den Empfang zusätzlicher Signale von der Feuerungsanlage ausgestattet, die in einer weiteren Projektphase zur Regelung des Luftstroms in den Brennern dienen sollen. Die Möglichkeit einer Sicherheitsabschaltung ist ebenfalls vorgesehen.

Das System wird unter Störfallbedingungen getestet: Es analysiert Veränderungen in der Gaszusammensetzung und erkennt so unsichere Betriebsbedingungen. Zur Verifikation werden diese Daten mit den Ausgabewerten des bestehenden Rauchgasanalysators korreliert. Die auf diese Weise gesammelten Daten werden später auch in der Sicherheitsabschaltung verwendet. Eine modulare prozesstechnische Automatisierungsfunktion sorgt für sichere Betriebsbedingungen während des Anfahrens und Herunterfahrens.

In Feuerungsanlagen mit Naturzug wird zum Spülen der Anlage keine Luft, sondern Dampf eingesetzt. Wenn dieser nicht trocken ist, sammelt sich Wasser an den Brennern oder Zündeinheiten – die Zündung wird verhindert. Der Anfahrvorgang ist im System deshalb so konzipiert, dass das Kondensat aus der Dampfleitung gespült wird und somit vor der Zündung trockener Dampf zur Spülung der Feuerungsanlage bereitsteht.

Das TDLS-System ist seit Juni 2010 in der Raffinerie im Einsatz. Die TDLS-Analysatoren arbeiten seither zuverlässig und ohne Wartungsbedarf. Die Betreiber konnten den O_2-Gehalt um 1 % auf 1,5 % senken und den Wirkungsgrad der Feuerungsanlage somit erhöhen. Die Feuerungsanlage hat bei minimaler Überschussluft ihren optimalen Betriebspunkt erreicht. Die TDLS-Messwerte wurden mit den Messwerten der bestehenden Rauchgasanalysatoren verglichen und bestätigt, wobei der O_2-Wert allerdings 1 % bis 1,5 % niedriger ist als bei der Rauchgasanalyse, da die Messungen in der Strahlungszone vorgenommen wurden. Die Betriebsbedingungen lassen sich jetzt effektiver regeln (oder im Notfall abschalten), da das TDLS-System in Abständen von jeweils fünf Sekunden Konzentrationsmessungen in der Strahlungszone vornimmt. Sollte es zu einem Überschuss an CO oder CH_4 in der Feuerungsanlage kommen, können diese Gase früher als mit herkömmlichen Rauchgasanalysatoren erkannt, die Feuerung schneller abgeschaltet und unsichere Betriebsbedingungen vermieden werden. ●

Hier finden Sie einen Link zum Hersteller www.chemietechnik.de/1605ct601

VERBRENNUNGSMANAGEMENT

Nachrüstbare Lösung

Das Verbrennungsmanagementsystem mit einem integrierten, in sich geschlossenen System lässt sich schnell und unkompliziert in jeder Feuerungsanlage installieren. Es besteht aus vier Hauptkomponenten:

- TDL-Spektrometer für Gaskonzentrationsmessungen in kurzen Abständen
- System zur Regelung der Brennstoff- und Luftwerte und des Luft/Kraftstoff-Verhältnisses basierend auf einem Modell der Feuerungsanlage mit übergeordneter CO-Regelung
- OSHA-konformes Sicherheitssystem zur Vermeidung von unsicheren Betriebsbedingungen
- Sensorik und Aktuatorik für zusätzliche Messungen und Luftstromregelung nach Bedarf

Typischerweise werden zwei TDLS-Systeme in der Strahlungszone der Feuerungsanlage installiert. Bei Minimalauslegung misst eine Einheit den O_2-Gehalt und die andere den CO- und den CH_4-Gehalt. Da Feuerungsanlagen über ganz unterschiedliche Konfigurationen, Kapazitäten, Umgebungs- und Prozessbedingungen verfügen, werden anwendungsspezifische Flansche zur Befestigung und Ausrichtung des Lasers innerhalb der Strahlungszone mitgeliefert. Der Regler dient zur simultanen Regelung des Brennstoffvolumens und des Luftvolumens. Die Regelung basiert auf Probenmessungen der durchschnittlichen Gaskonzentrationen innerhalb der Strahlungszone in Abständen von jeweils fünf Sekunden. Das Verbrennungsmanagementsystem arbeitet eigenständig – der Aufwand für die Integration in bestehende Regelungssysteme ist gering.