

SERIE: FLOW COMP SYSTEMTECHNIK BRINGT LICHT INS GAS

Entwicklung neuartiger Gasbeschaffenheits-Messgeräte auf Basis der *Infrarot-Spektroskopie*

Infolge der Liberalisierung des Erdgasmarktes erwarten wir in Zukunft eine Zunahme der Gashandelsbeziehungen mit unterschiedlichen Partnern und wechselnden Gasbeschaffenheiten. Die Zusammensetzung und damit der Energiegehalt von Erdgas hängt aber sehr stark von dessen Herkunft ab. Dadurch wird auch in kleineren Gasmessanlagen die Notwendigkeit entstehen, Brennwert und andere Kenngrößen des Erdgases vor Ort zu messen.

wir geben Ihnen außerdem eine kurze Vorschau auf all das, was kommt.

Die Grundlagen oder: Wie funktioniert Spektroskopie?

Erdgas besteht im Wesentlichen aus verschiedenen Kohlenwasserstoffen, Kohlendioxid und Stickstoff. Dabei wird der Brennwert und somit der Energiegehalt des Gases im Wesentlichen durch den Gehalt an Methan und

Gerade für kleinere Verteilungsgesellschaften und Versorgungsunternehmen ist diese Entwicklung problematisch: Die bestehenden Messsysteme zum Erfassen der Gasbeschaffenheit (meist Prozessgaschromatografen) sind sehr kostenintensiv in Anschaffung und Unterhalt und sind für die zu erfüllende Aufgabe eigentlich eine Klasse zu groß.

höheren Kohlenwasserstoffen bestimmt. Die physikalische Grundlage für das Verfahren der IR-Spektroskopie ist folgendes Phänomen: Wenn man Erdgas mit weißem Licht bestrahlt, werden die Gasmoleküle durch die Energie des Lichtes zu Schwingungen angeregt. Infolge dieser Schwingungsanregung wird die Energie des Lichts in bestimmten Spektralbereichen geschwächt. Dieses Phänomen heißt Absorption und findet in unserer Anwendung im Infrarot-Spektralbereich statt.

Eine kostengünstigere und einfachere Möglichkeit zur Messung der Gasbeschaffenheit wird daher dringend benötigt – und zwar nicht ausschließlich für die eichfähige Energieabrechnung und Zustandsmengenumwertung nach SGERG-88. Vielfältige andere Einsatzmöglichkeiten sind denkbar, etwa Messungen für Regelungsaufgaben (Gasmischung, Turbinensteuerung), Vergleichsmessungen für diskontinuierliche hochgenaue Messgeräte oder Messungen für unterschiedlichste industrielle Prozesse.

Nun tragen bestimmte Molekülbindungen zur Absorption von Licht in charakteristischen Wellenlängenbereichen bei. Durch Messen des Absorptionsspektrums (wieviel Licht wird in welchen IR-Wellenlängenbereichen „verschluckt“?) kann man folglich Rückschlüsse auf die Anteile der einzelnen Bindungsarten und somit die Zusammensetzung des Gases ziehen.

Die Forschungs- und Entwicklungslabors von Ruhrgas und FLOW COMP Systemtechnik entwickeln derzeit innovative Verfahren zur Gasbeschaffenheitsmessung. Einige dieser neuen Techniken basieren auf einem optischen Ansatz, bei dem die IR-Absorption des Gases spektroskopisch gemessen wird. Zwei dieser Verfahren befinden sich gegenwärtig bei FLOW COMP in der Produktentwicklung.

Die Bindungen eines Kohlendioxid-Moleküls zum Beispiel führen zu einer verstärkten Schwächung des Lichts in einem Wellenlängenbereich von 2000-2020 nm. Der Wellenlängenbereich zwischen 1600 und 1660 nm wird vom Methananteil der Gase, der Bereich zwischen 1660 und 1800 nm vom Anteil an höheren Kohlenwasserstoffen dominiert.

Dieser Artikel ist der erste Teil einer Serie, die Ihnen die neuartigen optischen Messsysteme vorstellen wird. In dieser Folge geht es vor allem um die allgemeinen physikalischen Grundlagen;

Unter den zu ermittelnden Zielgrößen ist allein der Stickstoffanteil des Gases mit der IR-spektroskopischen Messmethode nicht erfassbar – Stickstoff ist nicht IR-aktiv. Es gibt aber andere Verfahren, um dem Beitrag des Stickstoffs auf die Schliche zu kommen, und zwar entweder

$I_0(\lambda)$



Gas

durch Bestimmung des N_2 -Partialdruckes über eine präzise Zustandsmessung des Gases oder aber mithilfe einer zusätzlichen Messung der Wärmeleitfähigkeit.

Das Spektrometer

Die messtechnische Umsetzung des IR-Messverfahrens heißt Spektrometer (Abb. 1). Ein solches Spektrometer enthält eine Messzelle mit Fenstern, die das Probengas aufnimmt. Ein einfaches Glühlämpchen erzeugt weißes Licht, das durch die Messzelle mit dem Gas gesendet wird. Um analysieren zu können, in welchen Wellenlängenbereichen Licht absorbiert wurde, zerlegt man die durchgelassene Strahlung mit einem Prisma oder einem optischen Gitter in ihr Wellenlängenspektrum. Alternativ zu einem Prisma oder Gitter können auch Spektralfilter benutzt werden, um das durchgeleitete Licht zu zerlegen – dann allerdings erhält man feste, sehr breite Spektralbereiche.

Zeitgleich zur Infrarotmessung wird der Zustand des Gases in der Messzelle bestimmt und in die Auswertung einbezogen. Unter Berücksichtigung von Kalibrationsdaten können schließlich die Zielgrößen Brennwert, Normdichte und CO_2 -Anteil bestimmt werden.

Praktische Umsetzung

Zur Zeit wird bei FLOW COMP an zwei unterschiedlichen Messsystemen auf Grundlage des IR-Messverfahrens gearbeitet. Diese Messsysteme unterscheiden sich im verfahrenstechnischen Aufwand, in der Messgenauigkeit und auch hinsichtlich der Kosten. Ziel ist es, für jede Messaufgabe eine optimale Lösung in Preis und Leistung anzubieten!

Das Spektrometer-System

Das Spektrometer analysiert das Transmissionspektrum des Lichts in sehr hoher spektraler Auflösung. Dafür wird der Infrarot-Wellenbereich über ein optisches Gitter in viele, sehr schmale Bereiche zerlegt (siehe Abb. 2, oben). Der Stickstoffanteil wird über eine Zustandsmessung des Gases ermittelt. Die Machbarkeit dieses Verfahrens ist im Labor bereits bestätigt worden.

Abb. 1: Das Spektrometer

