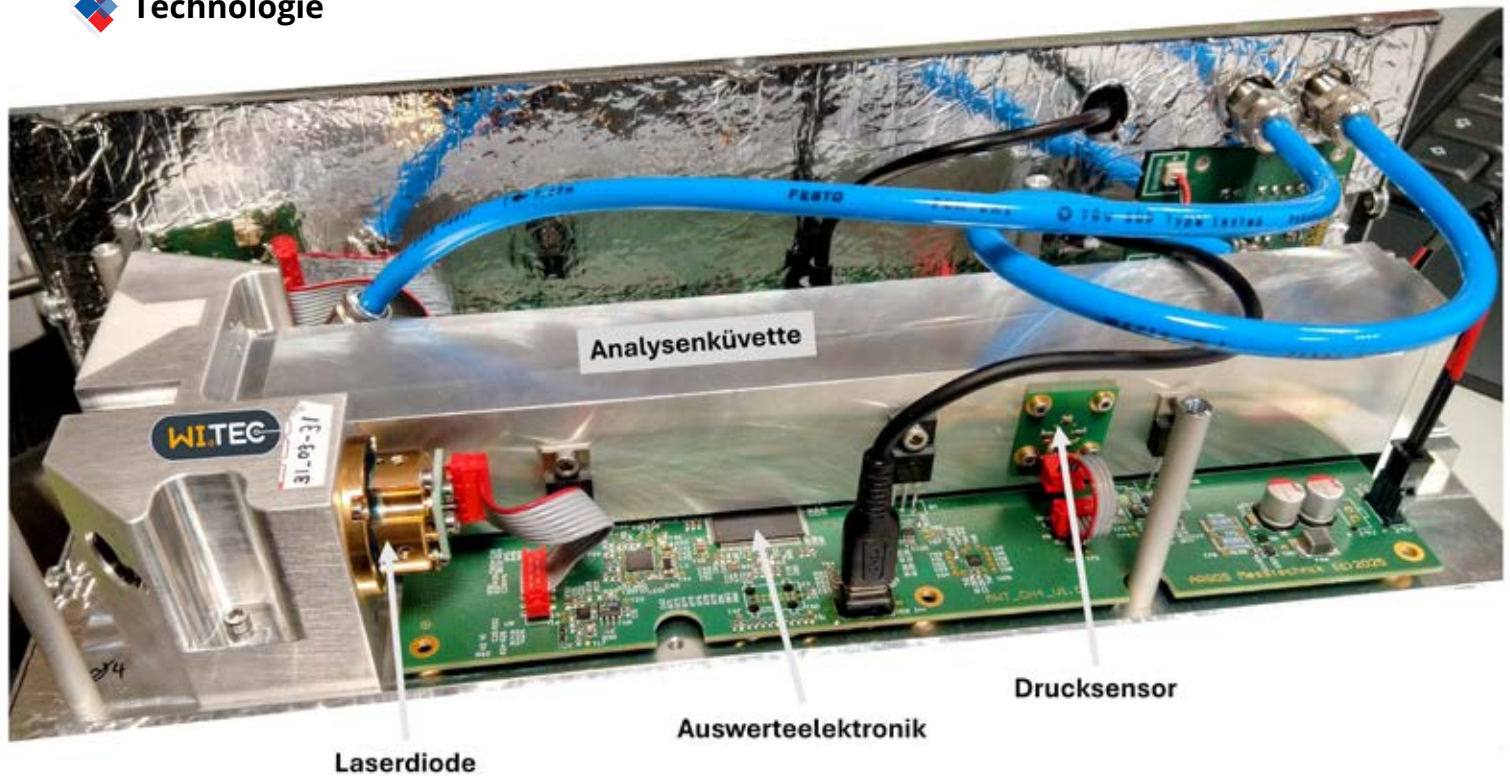




# Neuer Ansatz in der industriellen Gasanalyse

**GASANALYSE** – Optische Gasanalyseverfahren sind etabliert, stoßen jedoch bei steigenden Anforderungen an Genauigkeit und Stabilität an Grenzen. Das laserbasierte SPECTRO.sens-Modul von Witec erweitert die NDIR-Technik und ermöglicht hochpräzise, langzeitstabile Messungen.

Optische Messverfahren haben sich in der industriellen Gasanalyse schon seit vielen Jahren etabliert und sind auch fester Bestandteil im Produktportfolio der Witec Sensorik GmbH. Insbesondere mit der NDIR-Methode lassen sich eine Vielzahl unterschiedlicher Gase mit einer hohen Genauigkeit erfassen. Die Anforderungen an die Messgenauigkeit, Nachweisgrenze und Stabilität steigen in einigen Anwendungsbereich immer weiter an, sodass hier technologische Verbesserungen gefordert sind. Das laserbasierte SPECTRO.sens Gasmessmodul (TDLAS) ist ein wichtiger Schritt in diese Richtung und soll die bestehenden messtechnischen Möglichkeiten im NDIR-Bereich sinnvoll ergänzen.

Optische Gasmessverfahren nutzen die Eigenschaft der Moleküle aus IR-Strahlung zu absorbieren. Dazu wird ein Lichtstrahl durch eine Küvette der Länge  $L$  geleitet, in der sich das zu analysierende Gasgemisch befindet. Ziel ist es dabei die Gaskonzentration  $c$  der Messgases zu bestimmen. Die Berechnung dazu erfolgt nach dem Lambert-Beer Gesetz:

$$U(c) = U_0 \cdot e^{-\alpha \cdot c \cdot L} \quad [1]$$

Dabei ist  $U_0$  die Messspannung am Strahlungsempfänger mit Stickstoff in der Analysenküvette,  $U(c)$  ist die Messspannung mit dem zu analysierenden Gasgemisch in der Analysenküvette,  $\alpha$  ist der Absorptionskoeffizient des

Messgases und  $L$  ist die geometrische Länge der Analysenküvette. Da die Analysenküvette von dem Laserstrahl 2x durchlaufen wird, verdoppelt sich somit optische Weglänge auf  $2 \cdot L$ .

Formt man diese Gleichung nach der  $c$  um, so erhält man die Bestimmungsgleichung für die gesuchte Gaskon-

$$c = -\frac{\ln\left[\frac{U(c)}{U_0}\right]}{\alpha \cdot L} \quad [2]$$

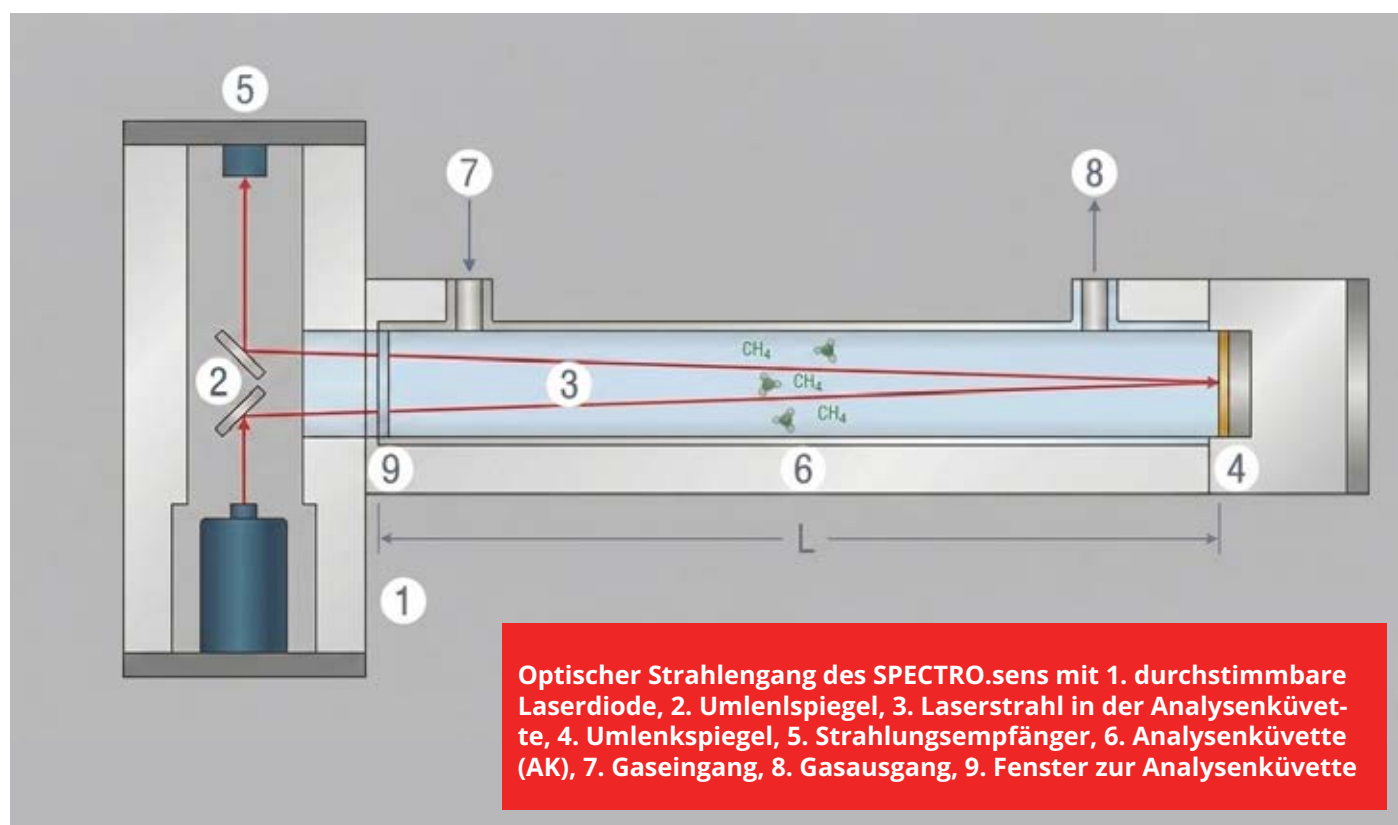
Mit den Messgrößen  $U(c)$ ,  $U_0$ , der Länge  $L$  und dem aus der Literatur vorgegeben Absorptionskoeffizienten  $\alpha$  lässt sich die exakt Gaskonzentration  $c$  berechnen. Da der Druck und die Temperatur in der Analysenküvette die Gasdichte beeinflussen, muss dieser Fehler durch eine entsprechende Korrektur eliminiert werden. Im Ergebnis erhält man eine hochgenaue und langzeitstabile Gasanalyse.

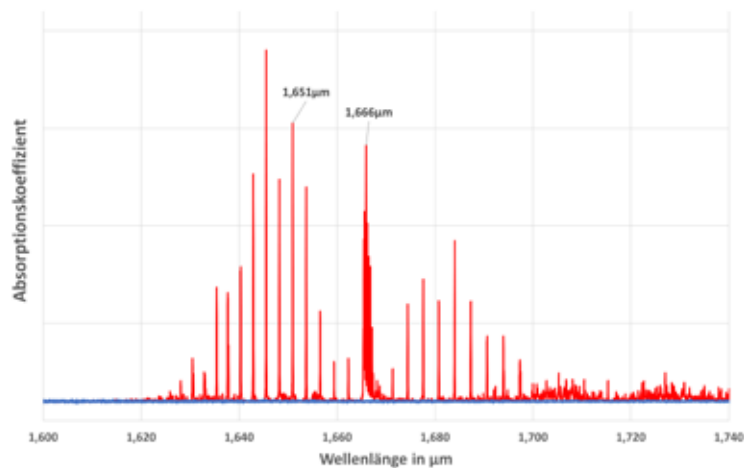
## Aufbau des SPECTRO.sens

Die beschriebene Gasanalyse erfolgt beim SPECTRO.sens in der NIR-Bande um  $1,667 \mu\text{m}$ . Diese Bande ist vollkommen frei von störenden Absorptionslinien, wie z.B. von Wasserdampf ( $\text{H}_2\text{O}$ ) und anderen Kohlenwasserstoffen (KW). Die Gasmessung kann mit einer beliebigen Absorp-

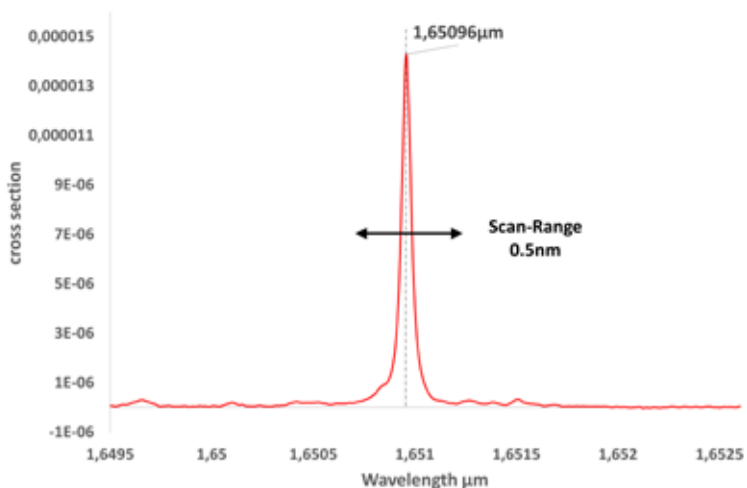
tionslinie innerhalb dieser Bande durchgeführt. Dazu werden zumeist die stärksten Linien genutzt, wie z. B. die Linie bei  $1,651 \mu\text{m}$ . Im Betrieb wird der Laser mit dem Diodenstrom über eine dieser Absorptionslinien abgestimmt, so dass das Spektrum der Absorptionslinie in einem Bereich von  $0,5 \text{ nm}$  vorliegt.

Die Auswertung dieser spektralen Daten erfolgt gemäß der Gl. 2 und liefert somit die gewünschte Gaskonzentration  $c$ . Da bei jedem Scan auch immer außerhalb der Linie gemessen wird, erhält man somit auch den Nullwert  $U_0$ , der als Referenzwert dient. Unerwünschte Drifterscheinungen, wie diese in der NDIR-Technik bekannt sind, werden daher wirksam kompensiert. Das SPECTRO.sens zeichnet sich somit durch eine hohe Langzeitstabilität aus und ist daher auch sehr wartungsarm. Eine Nullpunkt- bzw. Endpunktjustage ist prinzipbedingt nicht erforderlich. Dies ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber der herkömmlichen NDIR-Technik. Weiterhin sind Querempfindlichkeiten zu anderen Gasen sehr gering bzw. gar nicht vorhanden. Selbst hohe Konzentrationen (z. B.  $100 \text{ Vol.}\%$ ) von Ethan, Propan oder Butan werden wirksam kompensiert, sodass keine signifikanten Querempfindlichkeiten gemessen werden können. Quereinflüsse von Wasserdampf sind nicht nachweisbar.

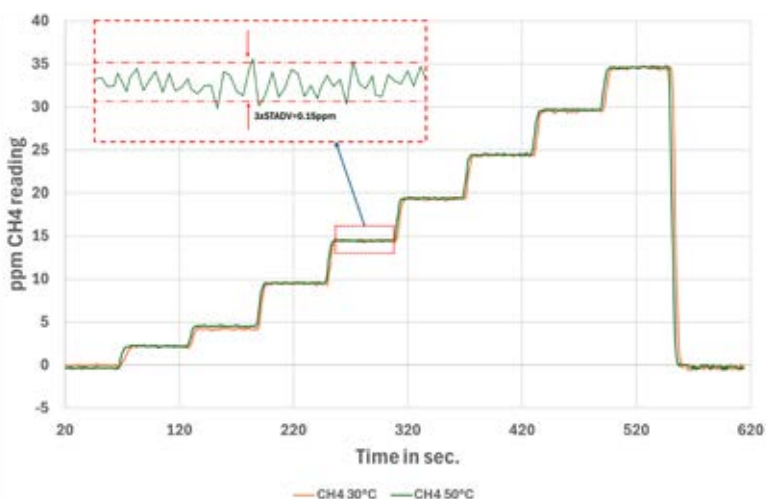




**NIR-Absorptionsspektrum von Methan (rot) um 1,667 µm – Das Wasserdampfspektrum (blau) weist in diesem Spektralbereich keine störenden Absorptionslinien auf**



**CH<sub>4</sub>-Absorptionslinie zwischen 1,6485 µm bis 1,6525 µm mit dem dazugehörigen Scan-Bereich von 0,5nm um das Zentrum der Absorptionslinie herum**



**Thermobox mit integriertem SPECTRO.sens-Aufbau. Von außen erkennbar sind die Gasanschlüsse (4/6-Schlauch), Eingang der Spannungsversorgung (24VDC) und Datenkommunikation (RS232- und CAN-Interface)**

Die optische Bank des SPECTRO.sens wird mit mehreren Heizelementen auf eine Arbeitstemperatur von 50 °C stabilisiert, sodass Einflüsse durch äußere Temperaturänderungen verhindert werden. In der Abbildung wurde die Kennlinie in 5-ppm-Schritten bei 30 und 50 °C aufgenommen. Beide Aufzeichnungen sind absolut deckungsgleich, sodass der Temperatureinfluss ebenfalls vernachlässigbar klein ist. Weiterhin wird durch diese Stabilisierung verhindert, dass sich Kondensat (Taupunktunterschreitung) in der Analysenküvette niederschlagen kann. Ein Druck- und Temperatursensor misst zudem die Druck- und Temperaturwerte in der Analysenküvette, die zur Kompensation dienen.

Zum Schutz vor äußeren Einflüssen wird der SPECTRO.sens in einer Thermobox geliefert, die aus einem robusten Stahlblechgehäuse besteht und innen mit einer thermischen Isolierung versehen ist. Sowohl die Gaszufuhr als auch die elektrischen Steckverbinder lassen sich sehr leicht von außen anschließen.

## Die Messeigenschaften

Der Messbereich wird beim SPECTRO.sens als maximaler Bereich angegeben und ist bei der beschriebenen Konfiguration 0-100 000 ppm CH<sub>4</sub> bzw. 0-10 Vol.% CH<sub>4</sub>. Die Genauigkeit ist über dem gesamten Messbereich konstant, sodass exakte Messungen sowohl im ppm- Bereich als auch im Vol.-%-Bereich möglich sind. Eine Unterteilung in abgestufte Messbereiche (0-100 ppm, 0-1 000 ppm usw.) ist daher nicht erforderlich. Mit einer kürzeren Analysenküvette wäre dann auch ein maximaler Bereich bis 100 Vol.% CH<sub>4</sub> möglich. Die weiteren Messeigenschaften sind in der Tabelle aufgeführt.

## Zusammenfassung

Mit dem neuartigen SPECTRO.sens bietet die Witec Sensorik GmbH aus Wesel eine weitere Innovation in der Gasanalyse an, die für bestimmte Gase signifikante Vorteile hat. Die Integration in der beschriebenen Thermobox erleichtert dem OEM-Anwender den robusten Einsatz in sein Messsystem bzw. Anlage. Insbesondere der nahezu wartungsarme Betrieb des SPECTRO.sens führt zu geringen Betriebskosten und eine hohe Zuverlässigkeit in der Gasanalyse. Weitere Gasmessungen mit dem SPECTRO.sens wie z. B. Wasserdampf (H<sub>2</sub>O), Ammoniak (NH<sub>3</sub>), Kohlenmonoxid (CO) und Sauerstoff (O<sub>2</sub>) sind in der Planung.

**Bilder:** Wi.Tec-Sensorik GmbH

[www.witec-sensorik.de](http://www.witec-sensorik.de)