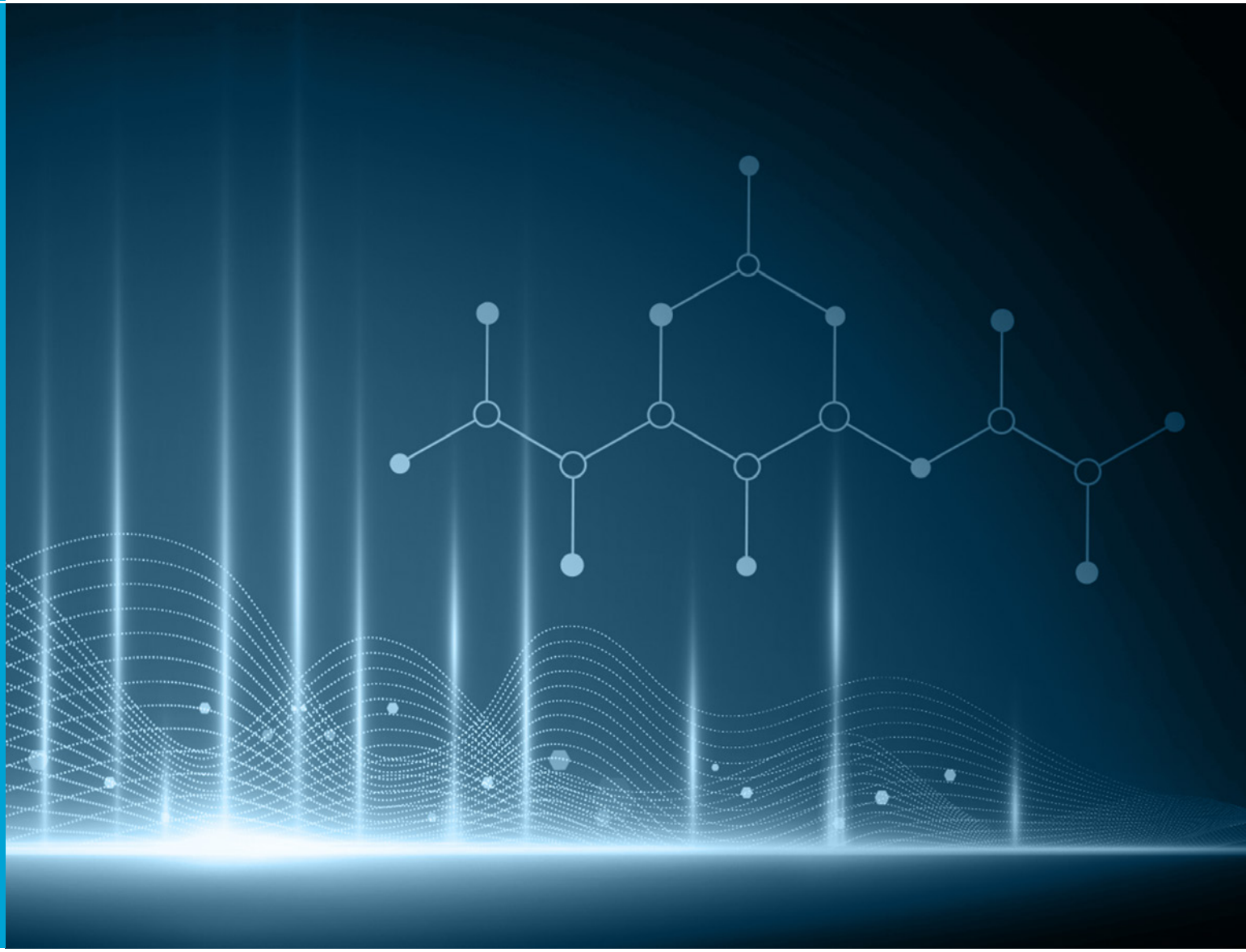
# Technischer Leitfaden TDLAS- und QF-Analysatortechnologie

## Funktionsprinzip, Konfigurationen und Zertifizierungsinformationen



Endress+Hauser
People for Process Automation

# TDLAS- und QF-Prozessgasanalysatoren

## Fortschrittliche spektroskopische Technologien für anspruchsvolle Anwendungen

Dieser Leitfaden enthält Beschreibungen der Funktionsweise von TDLAS- (Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy) und QF-Analysatoren (Quenched Fluorescence), sowie Informationen zu Analysatorkonfigurationen und Zertifizierungen.

**TDLAS-Technologie** TDLAS-Analysatoren führen Online-Messungen von Verunreinigungen in Prozessgasströmen vom Sub-ppm-Bereich bis in Prozentwerte in Echtzeit durch. Die Technologie wird häufig für Messungen von Feuchtigkeit ($H_2O$), Kohlendioxid ($CO_2$), Schwefelwasserstoff ($H_2S$) und weiteren Verbindungen verwendet.

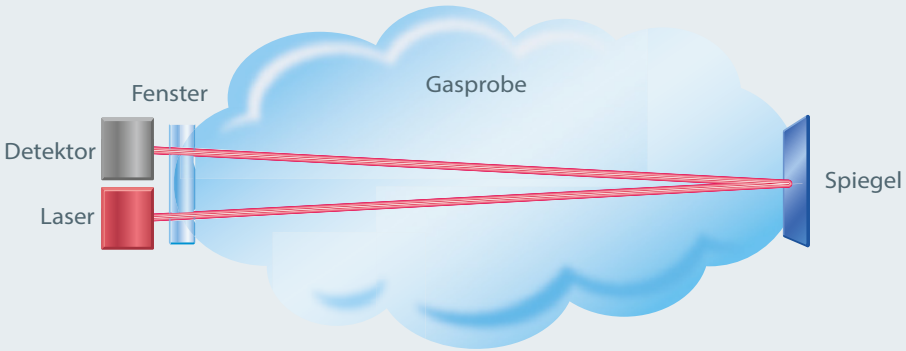
### Funktionsprinzip der TDLAS-Technologie

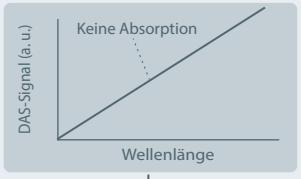
Im Betrieb wird Prozessgas aus einer Probenahmesonde in die Probenzelle des TDLAS-Analysators eingeführt. Ein abstimmbarer Diodenlaser emittiert Licht mit einer bestimmten Wellenlänge im nahen Infrarot- (NIR) oder im sichtbaren Bereich, das vom Zielanalyten absorbiert werden kann.Das Laserlicht tritt in die Probenzelle ein, durchdringt das Gas, wird von einem oder mehreren Spiegeln reflektiert und anschließend auf einen Fotodiodendetektor gerichtet.

Ein Fenster isoliert den Laser und den Detektor vom Prozessgas. Dieses Konzept ermöglicht die Durchführung von Messungen ohne jeglichen Kontakt zwischen dem Prozessgas (und mitgeführten Verunreinigungen) und wichtigen Analysatorkomponenten.

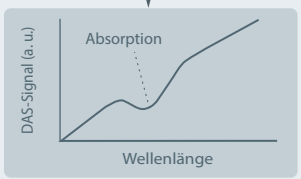
Analytmoleküle in der Gasprobe absorbieren und reduzieren die Lichtintensität im direkten Verhältnis zu ihren Konzentrationen nach dem Lambert-Beerschen Gesetz.

Das System misst die übertragene Laserintensität in Abhängigkeit von der gescannten Laserwellenlänge, wie nachfolgend in den Graphen 1 und 2 dargestellt. Graph 1 zeigt keine Absorption, während Graph 2 eine deutliche Absorption aufweist, die durch eine „Delle“ bei der Intensität bei einer bestimmten Wellenlänge angezeigt wird. Um die Nachweisempfindlichkeit gegenüber der einfachen Richtungsabsorptionsspektroskopie (DAS) zu verbessern, wird die Wellenlängenmodulationsspektroskopie (WMS) mit Detektion der zweiten harmonischen Welle (2f) eingesetzt. Das 2f-Signal wird in Graph 3 dargestellt. WMS-2f kann 1-2 Größenordnungen empfindlicher sein als DAS, da es einen Lock-in-Verstärker verwendet, um das 2f-Signal in einer schmalen Bandbreite aufzunehmen wobei niederfrequentes und hochfrequentes Rauschen eliminiert wird. Dieser Ansatz verbessert das Signal-Rausch-Verhältnis erheblich und ermöglicht hochempfindliche Messungen. Das 2f-Signal wird mit hochentwickelten Algorithmen verarbeitet, um die Analytkonzentration im Prozessgas zu berechnen.



Graph 1



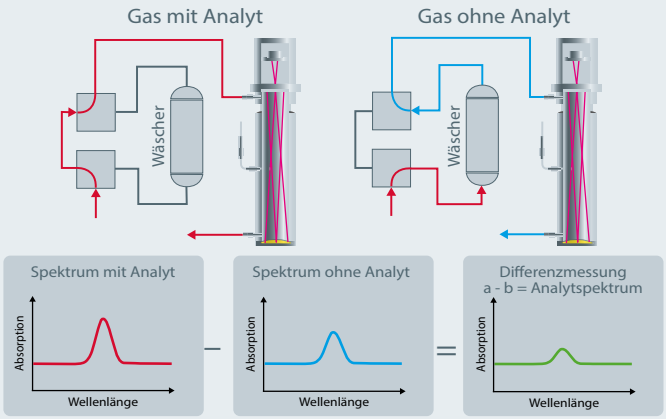
Graph 2

Graph 3

**Differenzialspektroskopie Endress+Hauser** TDLAS-Analysesysteme, die auf der SpectraSensors TDLAS-Technologie basieren, verfügen über eine patentierte Spektralsubtraktionsmethode, die Messungen von $H_2O$ oder $H_2S$ im Spurenbereich ermöglicht, wenn eine Prozessgasprobe sehr geringe Mengen eines Analyten und Hintergrundgasinterferenzen enthält.

### Funktionsprinzip der Differenzialspektroskopie

Im Betrieb führt der TDLAS-Analysator eine Abfolge von Schritten durch, um ein „Null"- bzw. „Trocken"-Spektrum und ein „Prozess-" bzw. „Nass"-Spektrum zu erhalten, die zur Berechnung der Analytkonzentration mittels Spektralsubtraktion verwendet werden (siehe Abbildung rechts). Das Trockenspektrum wird gewonnen, indem die Prozessgasprobe durch einen hocheffizienten Wäscher oder Trockner geleitet wird, der selektiv den Zielanalyten entfernt, ohne die Prozessgaszusammensetzung und die Hintergrundabsorption zu verändern. Der Analysator erfasst das erhaltene Trockenspektrum des Prozessgases und schaltet den Probengasdurchfluss automatisch auf den Bypass, um den Wäscher zu umgehen und das Nassspektrum zu erfassen. Durch Subtraktion des aufgezeichneten Trockenspektrums vom Nassspektrum wird ein Differenzspektrum des Spurenanalyten erzeugt, das frei von Hintergrundstörungen ist. Die Konzentration des Analyten wird aus dem Differenzspektrum berechnet.

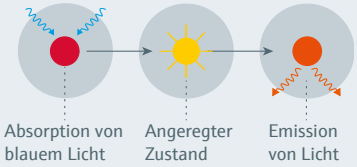



**Quenched Fluorescence (QF)-Technologie** QF-Analysatoren führen Online-Echtzeitmessungen von Sauerstoff ($O_2$) in Gasströmen auf ppm-Ebene bis Prozentebene durch. Die Technologie wurde von Erdgasunternehmen schnell übernommen, und wird bei einer Vielzahl von Anwendungen in der Gasaufbereitung genutzt.

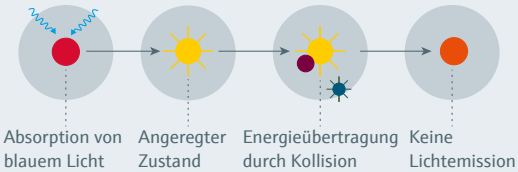
### Funktionsprinzip Quenched Fluorescence (QF)

Der Sensor ist selektiv und spezifisch für die Sauerstoffmessung in Erdgas- und Kohlenwasserstoffströmen, und ist unempfindlich gegenüber $H_2S$ und andere Verbindungen, die bei elektrochemischen Sauerstoffsensoren Interferenzen und Messungenauigkeiten verursachen. Das vom Sensor ausgestrahlte Fluoreszenzlicht wird sofort gelöscht, sodass schnell auf Änderungen der Sauerstoffkonzentration reagiert werden kann.

1. Blaues LED-Licht wird an die Sensorspitze übertragen, so dass diese fluoreszierendes Licht emittiert




2. Wenn die Sensorspitze mit Sauerstoff in Berührung kommt, absorbieren die $O_2$-Moleküle Energie und verhindern dadurch die Lichtemission.




Die Sauerstoffmenge ist umgekehrt proportional zur Intensität und Dauer der Lumineszenz.

# Portfolio TDLAS- und QF-Analysatoren

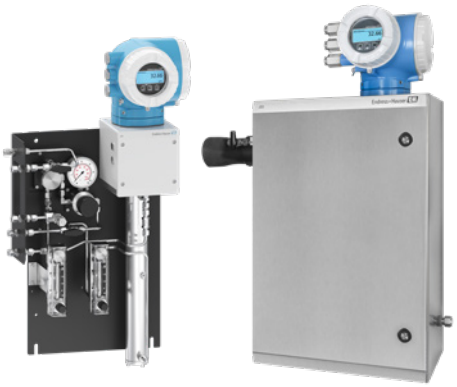
① OXY5500
Sauerstoffanalysegerät
mit QF-Technologie

② SS2100
TDLAS-Gasanalysator

③ SS2100a
TDLAS-Gasanalysator

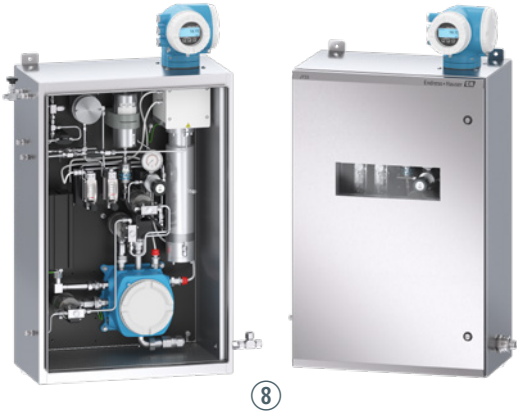
④ SS2100i-1
TDLAS-Gasanalysator
(Einzelboxkonfiguration)

⑤ SS2100i-2
TDLAS-Gasanalysator
(Doppelboxkonfiguration)



⑦ J22 TDLAS-Gasanalysegerät

⑥ SS500
$H_2O$-Analysator mit TDLAS-Technologie



⑧ JT33 TDLAS-
Gasanalysator

# Technische Spezifikationen

Die nachfolgende Matrix bietet Informationen für die Wahl eines Endress+Hauser-Analysators zur Messung von $H_2O$ (Feuchtigkeit), $H_2S$ (Schwefelwasserstoff), $CO_2$ (Kohlendioxid) und $O_2$ (Sauerstoff) in kohlenwasserstoffhaltigen Gasströmen.

QF = Quenched Fluorescence
TDLAS = Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy
● = Standard
○ = Optional

| Analysatormodell | OXY5500 | SS2100 | SS2100a | SS2100 i-1 | SS2100 i-2 | SS500 | J22 | JT33 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Positionsnummer in Abbildung** | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ |
| **Messkanäle pro System** | 1 | 1, 2 oder 3* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Messprinzip** | QF | TDLAS | TDLAS | TDLAS | TDLAS | TDLAS | TDLAS | TDLAS |
| **Analyte und Messbereiche** | | | | | | | | |
| $H_2O$ (Feuchtigkeit) 0-10 bis 0-100 ppmv | | ● | ● | ● | ● | | | |
| $H_2O$ (Feuchtigkeit) 0-100 bis 0-6000 ppmv | | | | | | | ● | |
| $H_2O$ (Feuchtigkeit) 5-2110 ppmv | | | | | | ● | | |
| $H_2S$* (Schwefelwasserstoff) 0-10 bis 0-500 ppmv | | | | | | | | ● |
| $H_2S$* (Schwefelwasserstoff) 0-10 bis 0-1000 ppmv | | ● | ● | ● | ● | | | ○ |
| $H_2S$* (Schwefelwasserstoff) 0-5000 ppmv bis 0-5 % | | ● | ● | ● | ● | | | |
| $CO_2$ (Kohlendioxid) 0-100 bis 0-500 ppmv | | ● | ● | ● | ● | | | |
| $CO_2$ (Kohlendioxid) 0-5 % bis 0-20 % | | ● | ● | ● | ● | | | |
| $O_2$ (Sauerstoff) 0-100 ppmv bis 0-20 % | ● | | | | | | | |
| **Umgebungstemperaturbereich** | | | | | | | | |
| -20 bis 50 °C | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| -10 bis 60 °C | | ○ | ○ | | ○ | | ● | ● |
| **Stromversorgung Controller**[a] | | | | | | | | |
| 100-240 VAC | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| 24 VDC | ● | ●[a] | | | | ●[d] | ●[a] | ●[a] |
| **Kommunikation** | | | | | | | | |
| Anzahl digitaler Ausgänge/Eingänge pro Kanal | 2/0 | 5/1 | 5/1 | 5/1 | 5/1 | 2/0 | 1/e | 1/e |
| Anzahl der Ausgänge 4-20 mA pro Kanal | 2 | 1 | 3[b] | 3[b] | 3[b] | 2 | ●[e] | ●[e] |
| RS232C | ● | ● | ○ | ○ | ○ | ● | | |
| RS485 | ● | | ● | ● | ● | | ● | ● |
| Ethernet | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● |
| **Schutzklassen und Materialien** | | | | | | | | |
| Typ 3R – Edelstahl 304 | | | | | | ● | | |
| Typ 4X – Gehäuse aus Edelstahl 304 oder 316 | ● | ● | | | | | ● | ● |
| Typ 4X/IP66 – kupferfreies Aluminium und Edelstahl 304 | | | | | | | ● | ● |
| IP66 kupferfreies Aluminium[c] | | | ● | ● | ● | | | |
| **Ex-Zulassungen** | | | | | | | | |
| NEC/CEC Class I, Div 2[f] | ● | ● | | | | ● | | |
| NEC/CEC Class I, Div 1 | | | | | | | ● | ● |
| ATEX Zone 2 oder IECEx/ATEX Zone 2 | ● | | ● | | | | | |
| ATEX, IECEx und UKEx Zone 1 | | | | ● | ● | | ● | ● |
| CNEx, KC, PESO, JPN | | | | ● | ● | | ● | |
| EAC | | | | | ● | | | |
| INMETRO | | | | | | | ● | |

*$H_2S$-Analysator erhältlich in 1-, 2- oder 3-Kanalausführung (zusätzliche $H_2O$- und $CO_2$-Kanäle erhältlich)

a. Controller 24VDC kombinierbar mit SCS 120/240 VAC
b. Drei Signale 4-20 mA = 2 Ausgänge und 1 Eingang (nur Feuchtigkeit)
c. Mit Gehäuse aus Edelstahl 304 oder 316 für das Probenahmesystem
d. 12VDC-Option ebenfalls erhältlich
e. Optional 1 oder 2 digitale Ausgänge oder Eingang/Ausgang 4-20 mA
f. Selbstzertifiziert vom Hersteller

ClimatePartner°
climate neutral
Print | ID: 10355-1205-1001

MIX
Paper from responsible sources
FSC® C017205

71140473

**Deutschland**

Endress+Hauser
Messtechnik
GmbH+Co. KG
Colmarer Straße 6
79576 Weil am Rhein
Fax 0800 EHFAXEN
Fax 0800 3432936
www.de.endress.com

Vertrieb

Beratung
Information
Auftrag
Bestellung

Tel 0800 EHVERTRIEB
Tel 0800 3483787
info@de.endress.com

Service

Technischer Support
Vor-Ort-Service
Ersatzteile/Reparatur
Kalibrierung

Tel 0800 EHSERVICE
Tel 0800 3473784
service@de.endress.com

Technische Büros

Hamburg
Berlin
Hannover
Ratingen
Frankfurt
Stuttgart
München

**Österreich**

Endress+Hauser
GmbH
Lehnergasse 4
1230 Wien

Tel +43 1 880 560
Fax +43 1 880 56335
info@at.endress.com
www.at.endress.com

**Schweiz**

Endress+Hauser
Metso AG
Kägenstraße 2
4153 Reinach

Tel +41 61 715 7575
Fax +41 61 715 2775
info@ch.endress.com
www.ch.endress.com

IN01235C/11/DE/06.23

Endress+Hauser
People for Process Automation