



Weltweit
führend



Ihr Partner bei der
Gasüberwachung



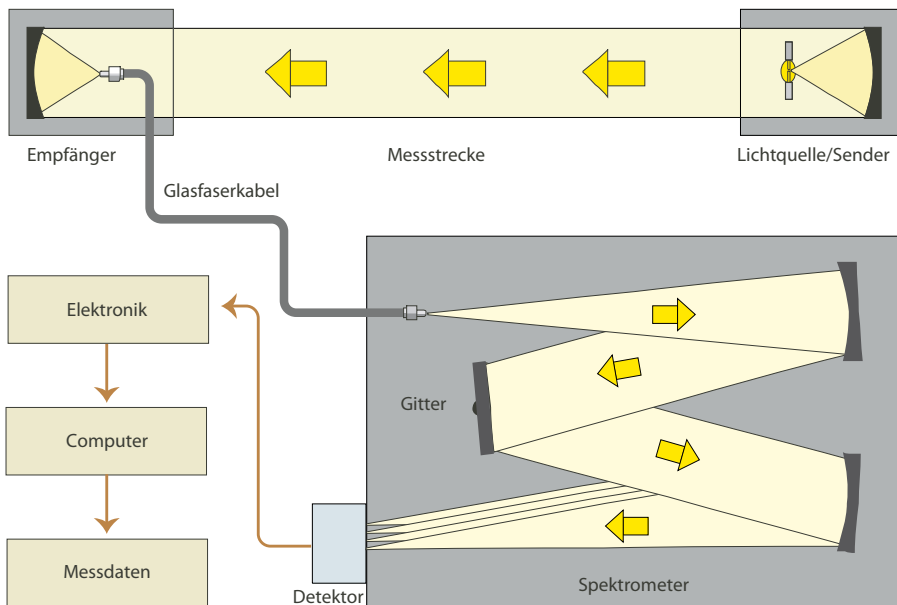
Überwachungsverfahren

INDUSTRIE AUTOMATION GRAZ

Autaler Strasse 55, AT-8074 Raaba
Telefon: +43 (316) 405 105
Telefax: +43 (316) 405 105 22
E-Mail: office@iag.co.at
Internet: www.iag.co.at



OPSIS-UV-DOAS-Verfahren



Zur Erkennung und Messung der Konzentrationen verschiedener Gase setzt Opsis ein wissenschaftlich gut erforschtes Prinzip ein: die differentielle optische Absorptionsspektroskopie (DOAS) basiert auf dem Lambert-Beer'schen Absorptionsgesetz, das die Beziehung zwischen der absorbierten Lichtmenge und der Anzahl der Moleküle im Lichtweg ausdrückt.

Da jeder Molekül-Typ und jedes Gas sein eigenes, unverwechselbares Absorptionsspektrum – den sogenannten «Fingerabdruck» - aufweist, lassen sich die Konzentrationen mehrerer verschiedener Gase im Lichtweg gleichzeitig bestimmen.

Beim DOAS-Verfahren wird ein Lichtstrahl von einer speziellen Lichtquelle (Xenon-Hochdrucklampe) über eine bestimmte Strecke gesandt. Danach werden mittels komplexer, computergestützter Berechnungen die Lichtverluste durch Molekularabsorption entlang dieser Strecke ausgewertet und analysiert. Das Licht der Xenon-Lampe ist sehr intensiv und enthält sowohl das sichtbare Spektrum als auch Ultraviolett- und Infrarot-Wellenlängen.

Das Licht wird dann von einem Empfänger erfasst und durch einen Lichtwellenleiter zum Analysator weitergeleitet. Das LWL-Kabel macht es möglich, den Analysator in ausreichender Entfernung von etwaigen schädlichen Umgebungseinflüssen zu installieren.

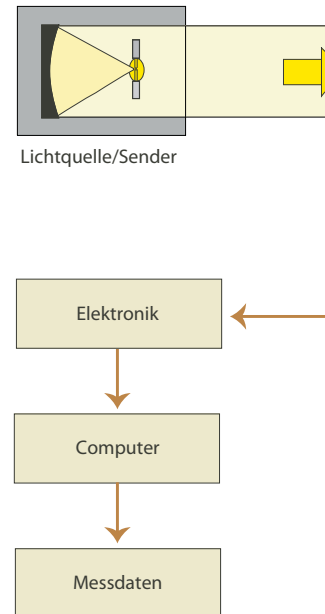
Der Analysator besteht u.a. aus einem Hochleistungsspektrometer, einem Rechner und der dazugehörigen Steuerung. Das Spektrometer zerlegt das Licht mit Hilfe eines optischen Gitters in schmale Wellenlängenbänder. Das optische Gitter ist so einstellbar, dass ein optimaler Wellenlängenbereich erfasst wird.

Das Licht wird in elektrische Signale umgewandelt. Ein schmaler Schlitz läuft mit hoher Geschwindigkeit über den Detektor – hierdurch wird eine große Zahl von Augenblickswerten zusammengefasst, um ein Abbild des Spektrums in dem relevanten Wellenlängenbereich zu erhalten. Diese Abtastung wird hundertmal pro Sekunde wiederholt; die aufgezeichneten Spektren werden bis zu ihrer Auswertung im Mehrkanal-Speicher der Auswerteeinheit aufsummiert.

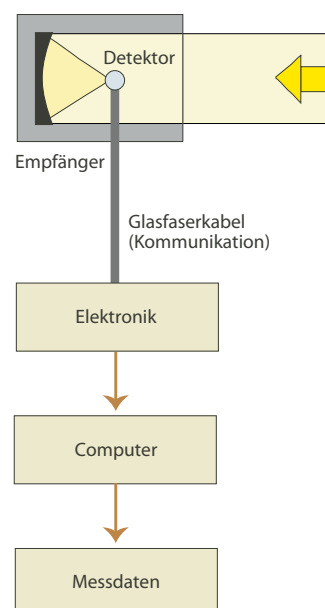
Das jeweils letzte aufgezeichnete Absorptionsspektrum wird mit einem vom Computer berechneten Spektrum verglichen. Das berechnete Spektrum besteht aus einer sorgfältig abgestimmten Summierung der Referenzspektren für die jeweilige Auswertung.

Der Rechner verändert die Größenfaktoren für die jeweilige Auswertung, bis er die bestmögliche Übereinstimmung erreicht. Daraus können dann mit hoher Genauigkeit die verschiedenen Gaskonzentrationen berechnet werden.

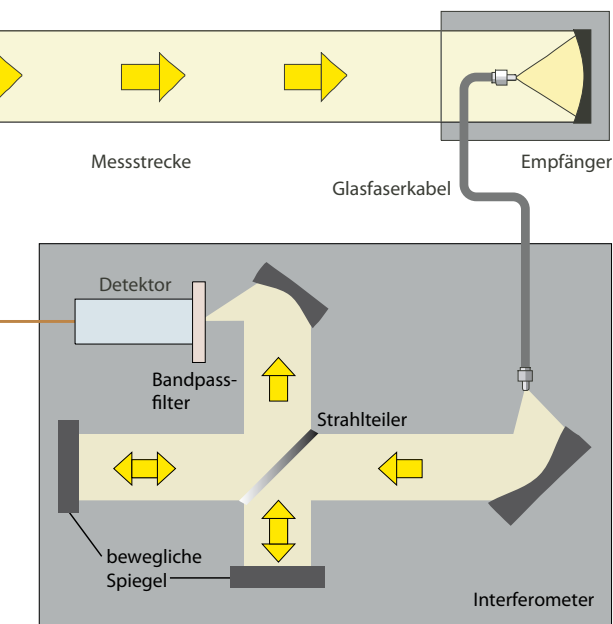
OPSIS-IR-Verfahren



OPSIS-TD



Verfahren



OPSIS AB hat einen Analysator speziell zur Messung von Verbindungen im Infrarot-Wellenlängenbereich entwickelt. Die OPSIS-IR-Technik basiert auf dem gleichen Prinzip zur Erkennung und Messung der Konzentrationen verschiedener Gase wie die umfassend einsetzbare OPSIS-Spektromer-technik, die auf der vorigen Seite beschrieben wurde.

Das IR-Verfahren basiert auf dem Lambert-Beer'schen Absorptionsgesetz, das die Beziehung zwischen der absorbierten Lichtmenge und der Anzahl der Moleküle im Lichtweg ausdrückt. Eine Lichtquelle projiziert einen Lichtstrahl auf einen Empfänger, der das Licht über ein Glasfaserkabel zum Analysator weiterleitet.

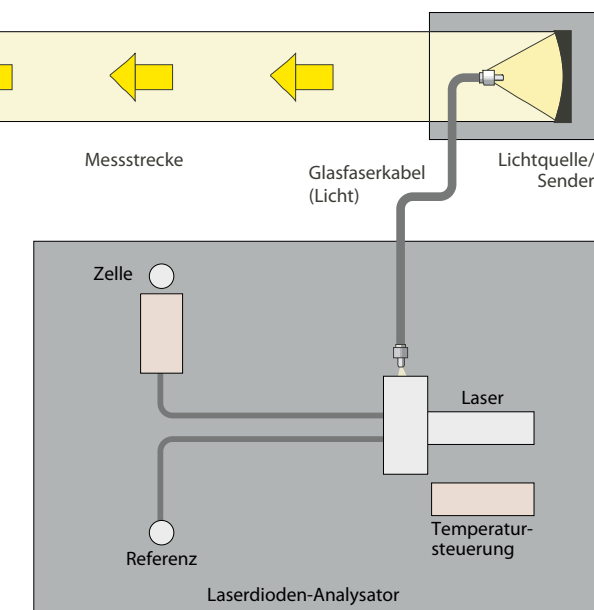
Der Analysator umfasst ein Interferometer, einen Computer sowie Steuerkarten. Das Interferometer besteht aus einem Strahlteiler, der das Licht aufspaltet und auf zwei bewegliche Spiegel lenkt. Durch Veränderung der Spiegelstellungen wird ein Interferenzmuster gebildet.

Mittels komplexer Computerberechnungen wird das Interferenzmuster in ein Wellenlängenspektrum umgewandelt, das dem vom Opsis-Spektrometer gemessenen Spektrum entspricht.

Das Interferometer liefert jedoch im Infrarot-Wellenlängenbereich eine höhere spektrale Auflösung als ein Spektrometer.

Der Computer verändert die Größenfaktoren für jedes Referenzspektrum so lange, bis die bestmögliche Annäherung erreicht ist. Auf dieser Grundlage lassen sich die verschiedenen Gaskonzentrationen mit hoher Genauigkeit berechnen.

L-Verfahren



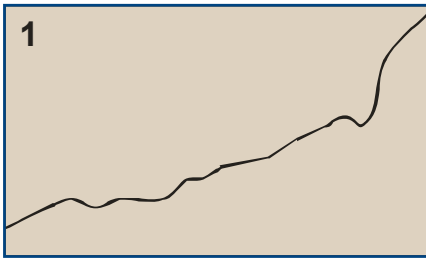
Das System LD50 sendet Laserlicht im infrarotnahen Bereich des Wellenlängenspektrums aus. Die Messung erfolgt durch schnelle Laserabtastung der Absorptionslinie im Gasabsorptionsspektrum.

Der Laser arbeitet kontinuierlich und ist abstimbar, d.h., seine Wellenlänge lässt sich geringfügig verändern. Dies wird durch Beaufschlagung der Halbleiterdiode mit einer elektrischen Spannung bewirkt. Die angelegte Spannung wird exakt gesteuert und variiert im Laufe eines Abtastvorgangs gemäß einer Rampenfunktion.

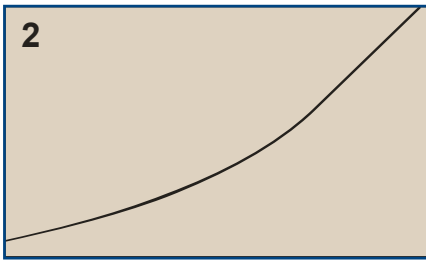
Im Messbetrieb bildet das LD50 einen Mittelwert aus einer großen Zahl von Einzelmessungen. Das Messintervall liegt in der Größenordnung von 1 - 20 Sekunden, die Abtastrate im kHz-Bereich.

Am Ende des Messintervalls wird das gemittelte Spektrum ausgewertet. Hierbei wird das Ergebnis mittels einer Ausgleichsrechnung (Methode der kleinsten Quadrate) mit dem bekannten Absorptionsquerschnitt des Gases verglichen. Dieser Querschnitt steht zu der Absorptionsintensität in diesem Gas bei bestimmten Wellenlängen in Beziehung. Da die Länge der Messstrecke bekannt ist, wird die Gaskonzentration auf diese Weise bestimmbar.

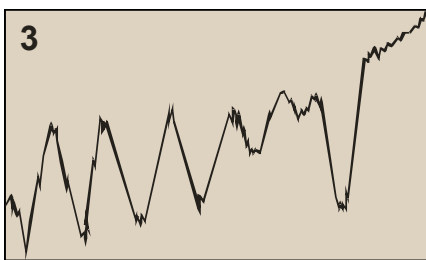
Was passiert im Rechner?



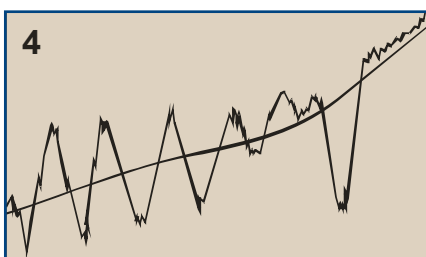
1. Nach Erfassung der Daten wird das Rohspektrum im Speicher des Rechners abgelegt.



2. Das Rohspektrum wird zunächst mit einem Nullgas-Spektrum verglichen. Dieses wurde zuvor ohne Absorptionsgas aufgezeichnet und dient als Systemreferenz.

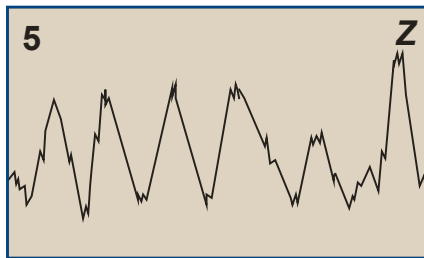


3. Mittels Division durch das Nullgasspektrum erhält man den Gesamtwert der Lichtabsorption zwischen Sender und Empfänger. In dieses Ergebnis gehen nicht nur die vorliegenden Gase, sondern auch Effekte wie z.B. atmosphärischer Staub oder eine etwaige Verschmutzung der Optik ein. Es gilt daher jetzt, die Lichtabsorption der Gase von diesen anderen Einflüssen zu trennen.

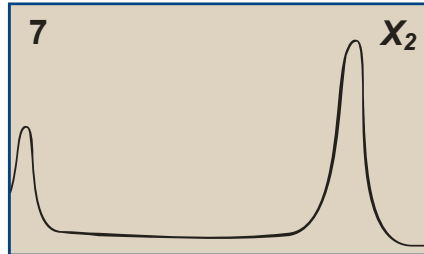
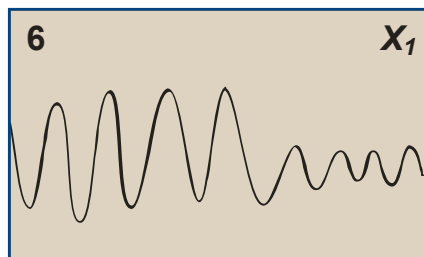


4. Hierzu macht sich das System den Umstand zunutze, dass schnelle Schwankungen im Absorptionsspek-

trum nur von Gasmolekülen verursacht werden. Langsame Schwankungen, die für die Steigung der Absorptionskurve verantwortlich sind, gehen auf eine Vielzahl anderer – bekannter und unbekannter – Faktoren zurück. Ihr Einfluss lässt sich durch mathematischen Vergleich mit einer Kurve, die den schnellen Schwankungen des Spektrums nicht folgt, vollständig eliminieren.



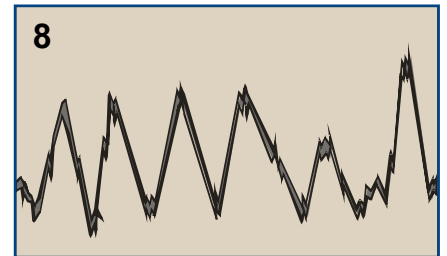
5. Nach erneuter Division bleiben nur die schnellen Schwankungen übrig. Für die verbleibenden Berechnungen wird der Logarithmus der Kurve verwendet, der diese umkehrt. Ergebnis ist ein differenzielles Absorptionsspektrum. Es stellt die Gesamtheit der verschiedenen Gase dar, die im Moment der Erfassung zwischen Sender und Empfänger vorhanden waren (in unserem Beispiel mit "Z" bezeichnet).



6-7. Die Gase, die in diesem Wellenlängenbereich Licht absorbieren, sind bekannt. Im Speicher des Computers ist zu jedem dieser Gase ein zuvor aufgezeichnetes Referenzspektrum abgelegt. In unserem Beispiel sind dies nur zwei Gase (X_1 und X_2). Es gilt nun, die Proportionen von X_1

und X_2 zu ermitteln, bei denen sich die beste Übereinstimmung mit Z ergibt. Das System erstellt hierzu mit hoher Geschwindigkeit eine neue Kurve aus der Summe der beiden Referenzspektren, wobei es solange Werte variiert, bis die optimale Annäherung vorliegt.

Die vom Rechner verwendete Gleichung kann als $C_1X_1 + C_2X_2 = Z$ ausgedrückt werden, wobei C_1 und C_2 die Proportionen der betreffenden Gase angeben. Aus C_1 und C_2 lassen sich dann die aktuellen Konzentrationen errechnen.



8. Abschließend wird eine Überprüfung des Ergebnisses vorgenommen, indem das System die Differenz zwischen der gemessenen und der errechneten Kurve (schattierter Bereich) bestimmt. So kann jedes Messergebnis mit einer Standardabweichung angegeben werden.

Je mehr Referenzkurven im Computer gespeichert sind, desto präziser fällt das Ergebnis der Berechnungen aus. Selbst bei unbekanntem Interferenzen (z.B. Beeinträchtigung des Messergebnisses durch ein Gas, dessen Referenzspektrum im Computer nicht gespeichert ist), werden die Gase, für die der Computer programmiert ist, dennoch bestimmt. Der Einfluss des unbekanntem Gases findet seinen Niederschlag in einer Erhöhung der Standardabweichung des Messergebnisses.

Opsis AB

Box 244
SE-244 02 Furulund
Schweden
Tel. +46 46 72 25 00
Fax +46 46 72 25 01
E-mail info@opsis.se
www.opsis.se