

# Messung korrosiver Prozessgase



©TechSmith Corporation / © WI.Tec-Sensortechnik GmbH

In vielen Bereichen der Verfahrenstechnik werden reaktive Gase eingesetzt, die als Ausgangsprodukte in chemischen Prozessen zur Anwendung kommen. Diese Gase sind häufig korrosiv, sodass nur bestimmte Materialien genutzt werden können. In der Prozessmesstechnik werden diese Gase zumeist mit speziellen Fotometern erfasst, die sich örtlich außerhalb des Prozesses befinden. Das Prozessgas kommt daher mit allen Werkstoffen in Kontakt, die sich auf dem Weg vom Prozess bis zur Messküvette befinden. Sowohl die Ausgestaltung der Gaswege, als auch die der Messküvette müssen daher an diese Anforderungen angepasst werden.



THE GAS MEASUREMENT COMPANY

!CAUSE IT MAKES .SENS

# Messung korrosiver Prozessgase

## Was ist Korrosion?

Unter dem Begriff **Korrosion** wird zumeist die natürliche Umwandlung von Metallen in eine stabilere chemische Form, wie Oxid, Hydroxid oder Sulfid bezeichnet. Im Allgemeinen führt diese Umwandlung zu einer deutlichen Verschlechterung der Materialeigenschaften. Die einzelnen Werkstoffe reagieren auf unterschiedliche Art und Weise bei diesem Umwandlungsprozess. Um dieses Verhalten besser beurteilen zu können, wurde der Begriff **Beständigkeit** hinzugenommen, mit dem auch nichtmetallische Werkstoffe eingebunden werden können.

In diesem Begriff werden viele Eigenschaften eines Stoffes subsumiert, um dessen Einsatz-fähigkeit festlegen zu können. In der Prozessgasanalyse sind dies vor allem folgende Einflussgrößen:

- Gasart (Reaktionsgeschwindigkeit **r**)
- Gaskonzentration (**c**)
- vorhandene Feuchte (**RH**)
- Temperaturbereich (**T**)
- Zeitdauer/Betriebsstunden (**t**)

Die Beständigkeit **B** lässt sich als empirische Funktion dieser Einflussgrößen beschreiben:

$$B = f(r, c, RH, T, t)$$

In der Praxis wird die Beständigkeit der Werkstoffe, anhand von praktischen Untersuchungen bzw. durch Erfahrungswerte angegeben. Diese Ergebnisse werden dann in einer Klassifizierung angegeben, um deren Einsatzfähigkeit besser beurteilen zu können:

- + **beständig** (geringe oder keine Beeinträchtigung des Materials)
- 0 **bedingt beständig** (schwacher bis mäßiger Angriff)
- **unbeständig** (starker Angriff bis vollständige Zerstörung)

Für die praktische Beurteilung von Werkstoffen existieren Beständigkeitstabellen, die in der Regel von Herstellern (Werkstoffe, Fittinge, Schläuche usw.) herausgegeben werden [1]. Die DECHEMA stellt ein umfangreiches Werk zu dieser Thematik zur Verfügung [2].

## Einfluss der Gasart

Die korrosive Wirkung unterschiedlicher Gase liegt vor allem in der Reaktionsfähigkeit bzw. Reaktionsgeschwindigkeit **r** mit dem jeweiligen Stoff begründet. Chlor ( $\text{Cl}_2$ ), Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ), Ozon ( $\text{O}_3$ ) und Chlorwasserstoff ( $\text{HCl}$ ) sind in dieser Hinsicht als sehr korrosiv einzustufen. Edelgase und andere inerte Gase wie Stickstoff ( $\text{N}_2$ ) sind hingegen sehr reaktionsträge und damit auch nicht korrosiv. Alle anderen Gase befinden sich hinsichtlich dieser Beurteilung dazwischen.

## Gaskonzentration **c**

In den Beständigkeitstabellen wird zumeist von 100% Gasen ausgegangen, sodass hier immer der kritischste Fall dargestellt wird. Befinden sich hingegen geringere Konzentrationen im Prozessgas, so verbessert sich die Beständigkeit mit kleiner werdender Konzentration.

Beispiel:

Edelstahl 1.4571 ist nur bedingt beständig gegen 100Vol.% Chlor (trocken). Wird die Konzentration z.B. auf 100ppm reduziert, erhöht sich die Beständigkeit und somit auch die Zeitdauer bis erste Schäden am Material auftreten.

## Feuchteinfluss

Korrosive Gase können in Gegenwart erhöhter Feuchtigkeit zu einer Verschlechterung der Beständigkeit unterschiedlicher Werkstoffe führen.

Beispiel:

PEEK ist gegenüber trockenem Chlorgas beständig, während feuchtes Chlorgas zu einem starken Angriff der Oberfläche führt. Dieser Werkstoff ist daher nur für trockenes Gas geeignet.



# Messung korrosiver Prozessgase

## Temperaturbereich

Höhere Temperaturen sind bei chemischen Reaktionen generell ein Beschleunigungsfaktor. Das heißt, die Beständigkeit nimmt mit höherer Temperatur ab. Auf der anderen Seite verhindert eine höhere Temperatur die Kondensation von Feuchtigkeit und die Bildung von Aerosolen, die wiederum die Beständigkeit verringern. Es ist daher ein Kompromiss erforderlich, um für die jeweilige Anwendung den optimalen Temperaturbereich zu definieren.

## Einfluss der Zeit

Die Einwirkdauer **t** hat naturgemäß auch einen erheblichen Einfluss auf die Beständigkeit eines Werkstoffes. Hier kann der Begriff der **Dosis** herangezogen werden, die mit der Konzentration **c** und der Zeit **t** verknüpft ist.

$$Dosis = c \cdot t$$

In der Praxis bedeutet dies, dass die Beständigkeit bei einer kleinen Konzentration über einen längeren Zeitraum gegeben ist, sich bei einer höheren Konzentration jedoch entsprechend verkürzt. Die Dosis wäre dann in beiden Fällen gleich. Dieser Zeitrahmen **t** wird auch als Standzeit bezeichnet, in der der Werkstoff den Einwirkungen korrosiver Gase standhält. Nach dieser Zeit muss der Werkstoff bzw. das Bauteil ggf. erneuert werden, um die vorgegebenen Eigenschaften beibehalten zu können. Auch diese Zeitspanne wird zumeist durch praktische Erfahrungen gestützt.

## Werkstoffe für korrosive Gase

Als Werkstoffe für den Einsatz mit korrosiven Gasen sind z.B. Metalle wie Edelstahl (z.B. 1.4571), Monel, Hastelloy®, Tantal oder auch Kunststoffe wie Teflon™, PEEK, Polyamid und keramische Werkstoffe (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) geeignet. Zur Abdichtung erforderliche O-Ringe gibt es in sehr unterschiedliche Ausführungen (Viton®, Kalrez®, FKM, Teflon™/PTFE usw.). Auch für diese Werkstoffe existieren entsprechende Beständigkeits-tabellen der unterschiedlichen Hersteller.

## Design der Prozessgasküvette

Die von Wi.Tec entwickelte Prozessgasküvette besteht aus einem Küvettenkörper, in dem die Gasanschlüsse (Fittinge) eingeschraubt und abgedichtet werden. Die Verschraubungen sind für einen Schlauchanschluss oder für eine Verrohrung geeignet. Die Fenster werden über einen geeigneten O-Ring von außen mit dem Küvettenkörper gasdicht verbunden. Dazu dient ein Flansch, der mit mehreren Schrauben an den Küvettenkörper angebracht wird. Der Flansch beinhaltet auch gleichzeitig die Strahlführung der Messtrahlung, die durch die Küvette gleitet wird. Die unterschiedlichen Küvettenlängen, mit L=25mm, L=70mm und L=220mm, werden mit entsprechenden Halte-Flanschen an den Strahler bzw. Detektorblock des Fotometers verbunden.

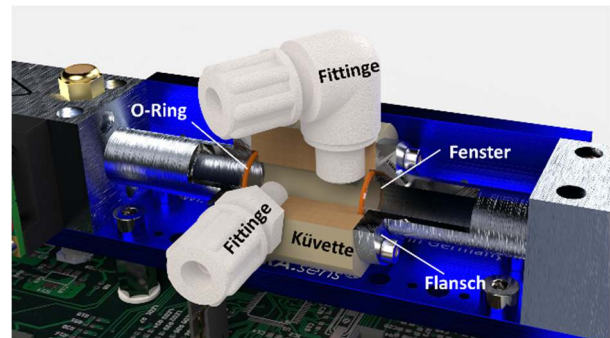


Abbildung 1: Schnittdarstellung der Prozessküvette AK25 (L=25mm), mit der Positionierung der Fittinge für den Anschluss eines 4/6er PTFE-Schlauches. Die Länge der Flansche kann an die jeweilige Küvettenlänge L angepasst werden

Die Auswahl der Materialien, für die gasberührenden Teile wird, je nach Applikation und Kundenwünschen, optimal angepasst. Dazu steht eine Vielzahl unterschiedlicher Werkstoffe zur Verfügung.

Das Design der Prozessküvette ermöglicht eine Zerlegung des kompletten Aufbaues, sodass die einzelnen Komponenten bei Bedarf gereinigt werden können. Dies kann z.B. dann erforderlich sein, wenn Kondensat oder Partikel (Staub o.ä.) in die Küvette gelangt. Im Servicefall können dann auch die Dichtungen und Fittinge erneuert werden, wenn dies erforderlich sein sollte.



# Messung korrosiver Prozessgase

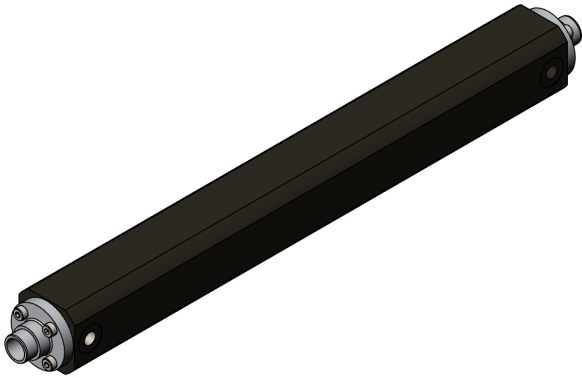


Abbildung 2: Prozessgasküvette mit einer optischen Weglänge von 220mm (AK220) für kleine Gaskonzentrationen (ppm-Bereich)

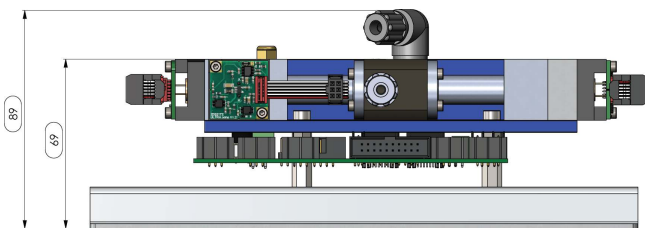


Abbildung 3: Seitenansicht des Fotometeraufbaues mit einer 25mm Prozessgasküvette (AK25)

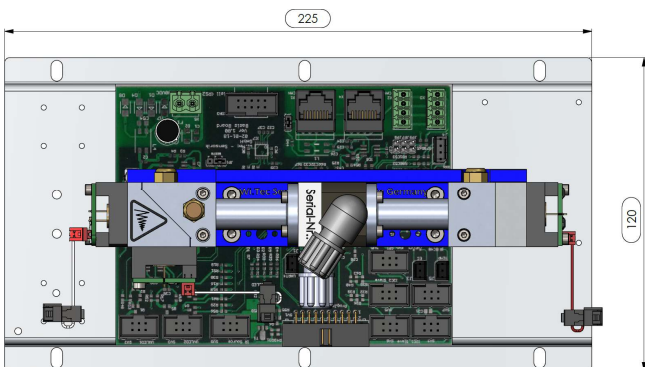


Abbildung 4: Draufsicht des gesamten Fotometeraufbaues mit einer 25mm Prozessgasküvette (AK25), mit Auswertelektronik und Halblech zur Montage

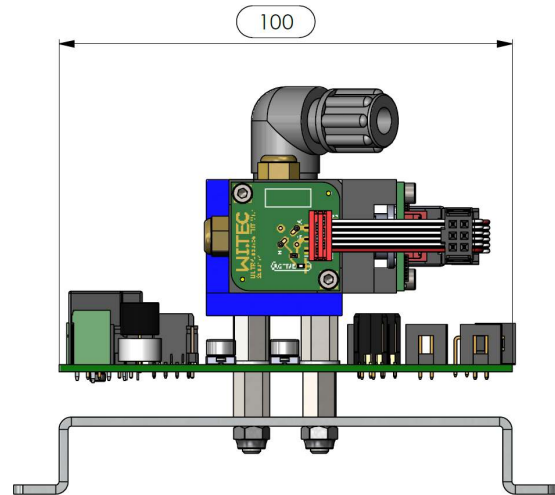


Abbildung 5: Ansicht des gesamten Fotometeraufbaues mit einer 25mm Prozessgasküvette (AK25)

## Messbare Gase

Die Prozessgasküvette wurde zunächst für Anwendungen mit den **ULTRA.sens**<sup>®</sup> Aufbau entwickelt. Durch den modularen Aufbau lässt sich diese Küvette allerdings auch problemlos in den **INFRA.sens**<sup>®</sup> Aufbau integrieren. Dazu sind ggf. andere Fenstermaterialien erforderlich.

Gasart	kleinster MB	größter MB
Chlor Cl <sub>2</sub>	100ppm	100 Vol.-%
Schwefelwasserstoff H <sub>2</sub> S	5000ppm	100 Vol.-%
Schwefeldioxid SO <sub>2</sub>	100ppm	100 Vol.-%
Chlordioxid ClO <sub>2</sub>	100ppm	10 Vol.-%
Ozon O <sub>3</sub>	100ppm	10 Vol.-%

Tabelle 1: mögliche Messgase und die dazugehörigen Messbereiche, die mit den unterschiedlichen Küvettenlängen L realisierbar werden

## Literatur:

- [1] Chemische-Beständigkeitstabelle (2019), Bürkert Fluid Control Systems, Ingelfingen, Deutschland
- [2] DECHEMA Werkstofftabellen (Jahrgänge 1953-2021), DECHEMA e.V. Informationssysteme und Datenbanken, Frankfurt am Main, Deutschland



# Messung korrosiver Prozessgase

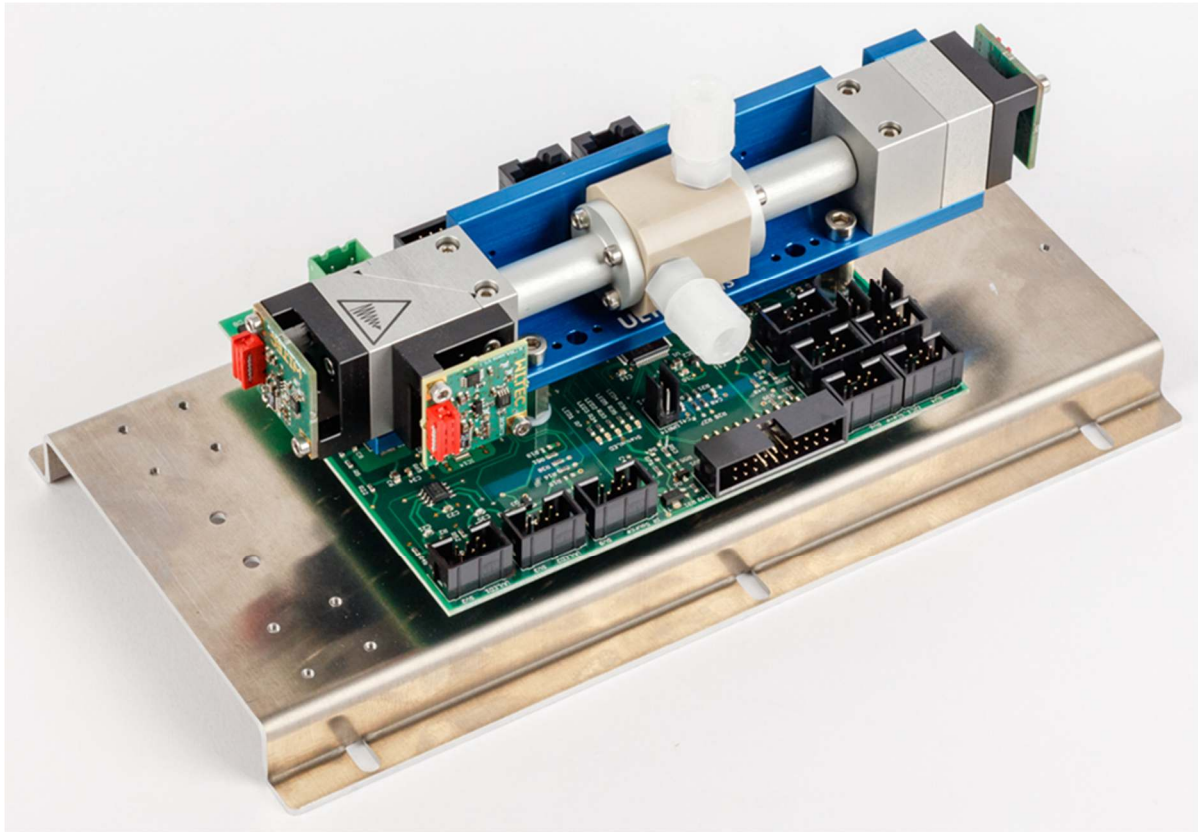


Abbildung 6: Gesamtansicht der Prozessgasküvette (L=25mm) in einem **ULTRA.sens**<sup>®</sup> Aufbau zur Chlorgasanalyse



THE GAS MEASUREMENT COMPANY

!CAUSE IT MAKES .SENS

# Messung korrosiver Prozessgase

Application Note AN 21.2

Seite 6 von 6

## Copyright ©2021 by Wi.Tec-Sensorik GmbH

Revision V 6.0 10/2021

*Any reproduction, whether partial or entire, made of this document, by whatever means, without the prior, written consent of Wi.Tec-Sensorik GmbH is strictly forbidden.*

*While every effort is made to ensure its correctness, Wi.Tec-Sensorik GmbH assumes no responsibility neither for errors and omissions which may occur in this document nor for damage caused by them.*

*All mentioned trademarks or registered trademarks are owned by their respective owners.*

*All rights reserved.*

Prof. Dr. Gerhard Wiegleb  
Wi.Tec-Sensorik GmbH  
Schepersweg 41  
46485 Wesel  
GERMANY  
+49 (0)281 206578-20  
[info@witec-sensorik.de](mailto:info@witec-sensorik.de)  
[www.witec-sensorik.de](http://www.witec-sensorik.de)



THE GAS MEASUREMENT COMPANY

!CAUSE IT MAKES .SENS