



VARIOLYTICS

- 1 Variolytics detektiert in Trinkwasser schon geringe Schadstoffkonzentrationen.
- 2 Variolytics-Prototyp.

## VARIOLYTICS – ECHTZEIT- MASSENSPEKTROMETER FÜR GASE UND FLÜSSIGKEITEN

**Fraunhofer-Institut für  
Grenzflächen- und  
Bioverfahrenstechnik IGB**  
Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

### Ansprechpartner

Dr. Matthias Stier  
Telefon +49 711 970-4075  
matthias.stier@igb.fraunhofer.de

[www.igb.fraunhofer.de](http://www.igb.fraunhofer.de)

### Einsatzgebiete

- Quantitative Analyse aller Gasbestandteile über beheizte Edelstahlkapillaren im Druckbereich von 1 mbar Vakuum bis zu 100 bar Überdruck sowie einem Temperaturbereich bis zu maximal 400°C
- Quantitative Analyse aller flüchtigen Stoffe einer Flüssigkeit mit Membraneinlass im Druckbereich von 0 bis zu 10 bar Überdruck sowie einem Temperaturbereich bis maximal 100°C
- In-situ-Analyse in Fermentern mit neu entwickeltem Messfühler

### Vorteile

- Probe über Ventile beliebig schaltbar
- Überwachung von bis zu 30 Komponenten im Stand-alone-Betrieb
- Schnelle Ansprechzeit < 1 sec
- Sehr großer Messbereich von 8 Dekaden (10 ppb–100%)
- Nachweisgrenzen < 10 µg/L bzw. ppb-Bereich
- Geringe Probenvolumina, Gase: 1–10 sccm, Flüssigkeiten: 1–100 mL
- Vollautomatisierter Messbetrieb mit selbstständiger Kalibrierung
- Vorgeschaltete Filtration bei partikelhaltigen Proben



---

### Neues Prozessmesssystem

---

Variolytics ist ein kompaktes Analysensystem, das auf einem neuartigen, patentierten Messverfahren zur Echtzeit-Überwachung von Gasen und Flüssigkeiten mit nur einem Messsystem basiert. Mit einem neu entwickelten Messfühler ist auch die direkte In-situ-Analyse in Reaktoren wie Fermentern möglich. Über ansteuerbare Ventile kann beliebig zwischen Gas-, Flüssig- und In-situ-Analyse umgeschaltet werden.

Gase werden über beheizte Edelstahlleitungen mit laminarer Strömung in das Vakuumsystem der Nachweiseinheit angesaugt. Das Beheizen der Gase verhindert deren Adsorption in den Probenahmeleitungen. Je nach Auslegung von Länge und Durchmesser der Edelstahlkapillaren können Gase in Echtzeit im Vakuum bis zu 1 mbar oder bei Überdruck bis zu 100 bar gemessen werden. Die Strömung kann dann auch turbulent sein.

Durch das Ansaugen der Gase im Vakuum sind Entfernungen zur Entnahmestelle von über 10 Metern möglich. Die Probengase müssen nicht zeit- und kostenaufwändig zur Analyseneinheit gepumpt bzw. gefördert werden. Gastemperaturen bis zu 400 °C sind möglich.

---

### Membraneinlass

---

Flüchtige, d. h. verdampfbare Komponenten einer Flüssigkeit gelangen über eine mikroporöse Membran zur Detektionseinheit. Die verwendete Membran ist durchlässig für Gase, jedoch undurchlässig für polare Flüssigkeiten wie beispielsweise wässrige Lösungen. Ihre spezielle räumliche Struktur macht sie unempfindlich gegen Verstopfung durch Feststoffe.

Maßgeblich für den Stofftransport durch die Membran ist die sogenannte Henry-Konstante, die das Verteilungsgleichgewicht einer Substanz in Wasser und der über der Lösung sich ausbildenden Gasphase angibt. Je schlechter die Wasserlöslichkeit und je höher der Siedepunkt bzw. Dampfdruck einer Komponente, desto größer ist ihre spezifische Henry-Konstante. Stoffe mit großen Henry-Konstanten werden somit besser nachgewiesen. Die Membran ist druck- und temperaturstabil, bis maximal 10 bar Überdruck und 100 °C. Für nicht wässrige Lösungen beträgt die Maximaltemperatur 200 °C.

---

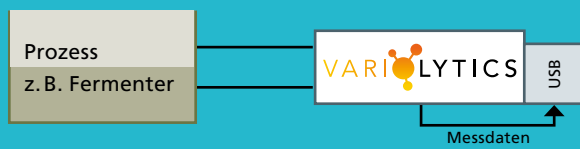
### Multi-Einlasssystem

---

Die Membran ist in zwei Einlasssystemen integriert. In der Variante als Bypass wird die zu überwachende Flüssigkeit kontinuierlich durch eine Dünnschichtdurchflusszelle gefördert. Das Membraneinlasssystem wird auf eine gewünschte Temperatur konstant temperiert. Die zweite Variante ist die In-situ-Analyse in beispielsweise Fermentern. In einen Messfühler integriert, befindet sich die Membran direkt im Innern des zu überwachenden Reaktors. Die Einlasstemperatur an der Membran entspricht hierbei der Reaktortemperatur.

Beide Einlasssysteme zeigen aufgrund eines physikalischen Phasentransfers in einer chemisch inerten Membran keine Querempfindlichkeit und sind sehr langzeitstabil.

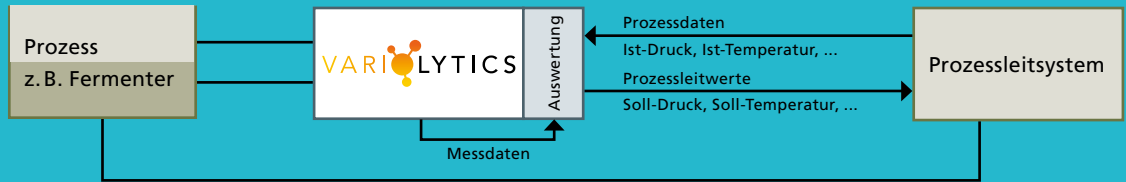
### STAND-ALONE-VERSION



### STANDARD-VERSION



### CUSTOM-VERSION



6

## Detektion mit Massenspektrometer

Ein Quadrupol-Massenspektrometer als bewährte Detektionseinheit erlaubt die simultane Bestimmung von bis zu 30 Komponenten im Stoffgemisch. Die Ansprechzeiten für alle drei Einlassvarianten sind unter einer Sekunde. Der größte Vorteil eines Massenspektrometers gegenüber allen anderen Messprinzipien ist der sehr große acht Dekaden umfassende Messbereich von 10 ppb bis 100 Prozent. Weitere Vorteile eines Massenspektrometers sind die hohe Empfindlichkeit und die sehr niedrigen Probenvolumina. Die Nachweisgrenzen des Variolytics sind  $< 10 \mu\text{g/L}$  und liegen somit im unteren ppb-Bereich. Für eine Gasanalyse ist ein Gasstrom von 1–10 sccm ausreichend. Für die Bypass-Flüssiganalyse reicht eine Flussrate im Bereich 1–10 mL/min; für schnelle Ansprechzeiten werden zumeist Flussraten zwischen 10–100 mL/min gewählt.

## Feedbacksystem

Variolytics ist für einen vollautomatisierten Messbetrieb ausgelegt und führt auch selbstständig Kalibrierroutinen durch. Alle drei Einlassvarianten sind beliebig schaltbar. Bei partikelhaltigen Proben kann eine Filtration vorgeschaltet werden.

Variolytics wird intern über ein autarkes, in der Industrie bewährtes Automatisierungssystem geregelt. Das System stellt eine Vielzahl von Kommunikationsschnittstellen zur Verfügung, die in der Industrie Verwendung finden (OPC, Profinet, RS485, Analog, Digital u. a.). Variolytics kommuniziert über diese Schnittstellen direkt mit bestehenden Anlagenautomatisierungen, was auch eine Anbindung an SCADA-Technologien ermöglicht.

## Variolytics Versionen

Die Stand-Alone-Version visualisiert die Messwerte und speichert diese auf handelsübliche Datenträger (USB-Stick, SD-Karte).

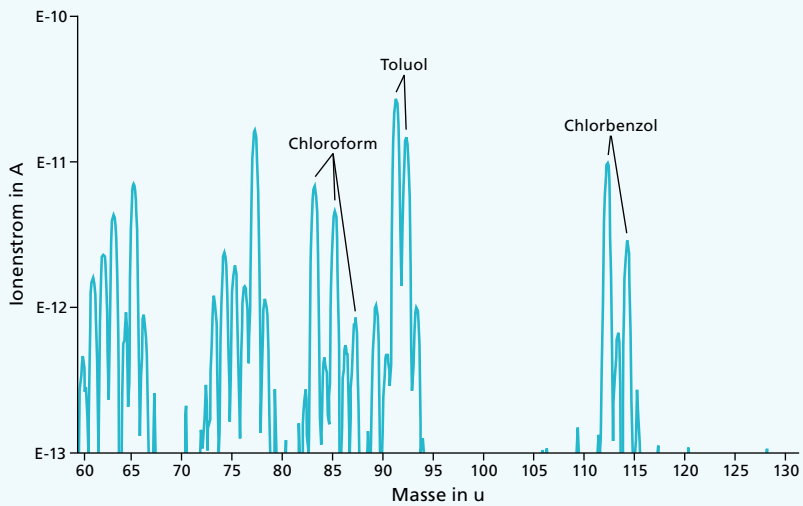
Die Standardversion überträgt die Messdaten direkt an die bestehende Automatisierungstechnik.

Die Customer-Version liest zusätzlich Prozesswerte aus der bestehenden Automatisierungstechnik aus. Auf Grundlage dieser Daten ermittelt das Variolytics Prozessleitwerte (Soll-Werte, z. B. Druck, Temperatur), die zur Unterstützung der Prozessführung an die bestehende Anlagentechnik übertragen werden.

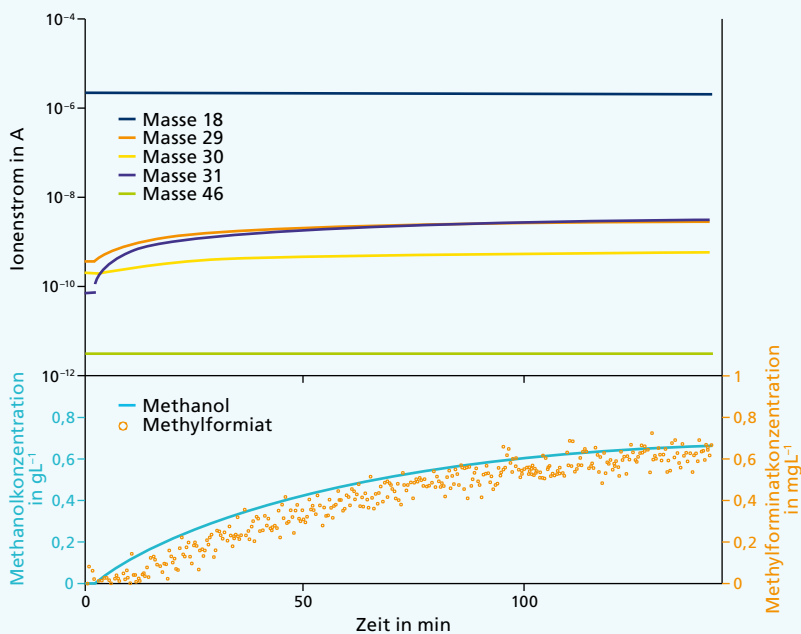
Je nach Einsatzzweck kann Variolytics als reines Messgerät verwendet werden; die Bedienung erfolgt in diesem Fall über ein HMI (Human Machine Interface) durch Eingabe von Hand. Bei Anbindung an eine Prozessautomatisierung kann die Bedienung von Hand oder über die Prozessautomatisierung erfolgen.

- 3 Sowohl Abgas als auch Abwasser in Vergärungsanlagen kann auf Schadstoffkonzentrationen untersucht werden.
- 4 Die simultane Erfassung von mehreren Stoffen ermöglicht neue Möglichkeiten in der Biotechnologie.
- 5 Das Multi-Einlasssystem kann beliebig mit Einlässen zur Analyse von Gasen oder Flüssigkeiten bestückt werden.
- 6 Variolytics-Versionen angepasst für verschiedene Einsatzzwecke.

## 1. Industrieabwasseranalyse



## 2. Simultane Detektion von Methanol und Methylformiat



## Anwendungsbeispiele

Bereits 1995 wurde in der Farb- und Lackindustrie mit Echtzeit-Massenspektrometrie das Betriebsabwasser mittels Membraneinlass überwacht (Abb. 1).

Simultane Detektion von Methanol und Methylformiat während einer Enzymreaktion. Das Massenspektrometer liefert als Ausgangssignal Ionenströme (oben), die durch das Feedbacksystem in Konzentrationen umgerechnet werden (unten) (Abb. 2).