TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN
Vienna | Austria

Institute of Chemical, Environmental
and Bioscience Engineering
Getreidemarkt 9, 1060 Wien, Österreich

Reference M047/2016

# Combined Velocity and Concentration Measurement for Liquids

**Click to watch the video**

## High resolution measurement of laminar and turbulent mixing processes

Accurate information about velocity profiles and chemical composition of liquids and liquid mixtures in ducts or along a cross-section is essential for many applications in chemical and process engineering. These process parameters are of particular interest for process control and quality management in the chemical and pharmaceutical industries as well as for research and development of new process technologies.

As a standard, velocity/flow measurements and concentration measurements are performed with separate devices resulting in two or more separate probes in the flow channel, and sensor access through various different optical windows or in-line probes are required. Because of the distance in space a direct coupling of the measurement systems is not possible, and as a consequence, precise simultaneous measurements of velocity and concentration profiles are difficult to achieve.

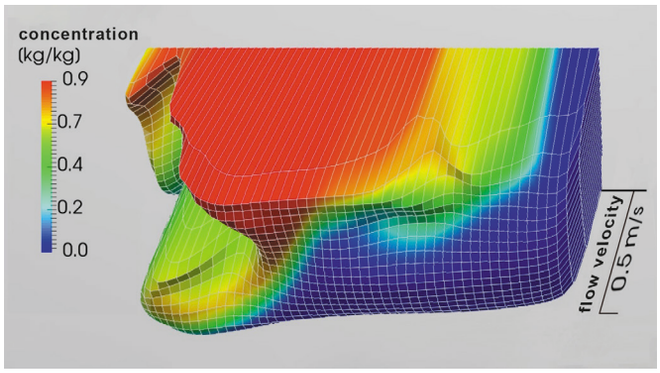
## Goals

The research group „Separations Engineering and Simulation“ together with the research group “Process Analytics” at TU Wien were aiming at a solution to make a simultaneous measurement of velocity and concentration with a single probe possible. The measurement approach should require a single optical access only, and thus the space requirements for the probe should be significantly reduced.

## Solution

The researchers started from a suitable, high-resolution, non-invasive, physical measurement principle for each process parameter and tried to find a way to couple these techniques in order to receive signals for both velocity and chemical composition at the same time and place of the flow regime.

The selected solutions were based on well-known high resolution laser-optical methods: Laser-Doppler Velocimetry

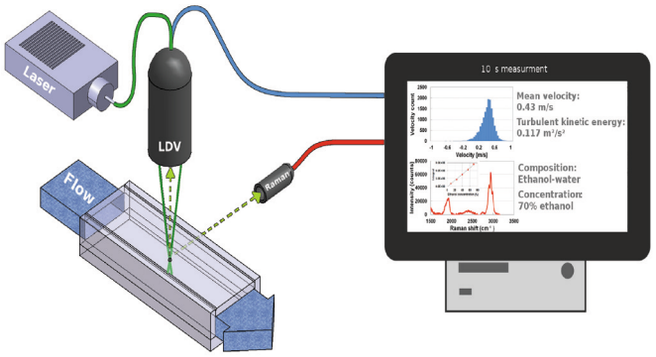



Simultaneous and exact measurement of velocity and concentration in a liquid

(LDV) which is a standard method for many fluid dynamic application for more than 25 years, and Raman spectroscopy which has been used very successfully for more than 15 years.

The newly developed technology requires only one laser light source for both measurements. The scattered light is collected and analyzed through a single optical pathway – if needed also separately through two optical pathways. The characteristic so-called LDV bursts are analyzed for the velocity information when a seeding particle travels through the laser focused measurement volume. At the same time, the frequency shift of the scattered light is investigated spectroscopically for Raman shifts, which precisely identify the chemical components in the fluid mixture.

With the new technology the requirements for optical access of the probe has been substantially reduced as only a single optical window is needed for the signal generation and detection. Through an integration of both techniques into a single probe the space requirements could be even further reduced. As only a single light source is needed for both measurements further cost reduction could be achieved. With these advantages a high resolution precise technology has been made available which allows many new applications in process engineering, fluid dynamics, quality management, and research labs.




Measurement principle shown with two probes

## Benefits for you

- Time and space synchronized flow and concentration measurements analyzing the same fluid element through a single laser excitation
- Analysis in high temporal resolution of both mixing and concentration fluctuations
- Quality control in vessels as well as in flow lines
- Raman signals can be calibrated for any fluid combination – they can also be used for finger-printing of the flowing phase
- One optical access needed for both excitation laser and signal recording
- Non-invasive technology – fluid flow is not affected by the probe, and the flow channel remains sealed against leakage
- Large numbers of measurement positions can be reached automatically through a traversing system moving the probe with fixed focal length to the position of interest
- Applicable to gas phase measurement with high laser power
- Use in explosive environments possible as only optical access is required – the equipment can be developed to work in potentially explosive atmospheres (ATEX)
- Precise measurement and control for critical processes e.g. mixing processes, streaks (refraction anomalies), chemical reactions, segregation and phase separation

Notes


## Contact

Prof. Dr. Michael Harasek
TU Wien – Institute of Chemical, Environmental and Bioscience Engineering

T: +43 1 58801 166202
michael.harasek@tuwien.ac.at

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik
und Technische Biowissenschaften
Getreidemarkt 9, 1060 Wien, Österreich

Referenz M047/2016

# Kombinierte Geschwindigkeits- und Konzentrationsmessung für Flüssigkeiten

## Hochauflösende Messung von laminaren und turbulenten Mischvorgängen

**Fürs Video hier klicken**

Die genaue Information über Geschwindigkeitsverläufe und chemische Zusammensetzung von Flüssigkeiten in einem Rohr oder einem beliebigen Strömungsquerschnitt sind für Anwendungen in Prozesstechnik und Verfahrenstechnik von hohem Interesse. Insbesondere für die Überwachung dieser beiden Prozessparameter und die Qualitätskontrolle in Produktionsanlagen der chemischen und pharmazeutischen Industrie und für die Entwicklung neuer Prozesstechnologien sind sie interessant.

Derzeit wird in der Regel jede Prozessgröße gesondert mit separaten Messgeräten bzw. Sonden durch verschiedene Messfenster erfasst. Durch die räumliche Entfernung und weil es keine direkte Koppelung der Messsysteme gibt, sind häufig keine präzisen Aufnahmen von Geschwindigkeits- und Konzentrationsprofilen über einen Strömungsquerschnitt möglich.

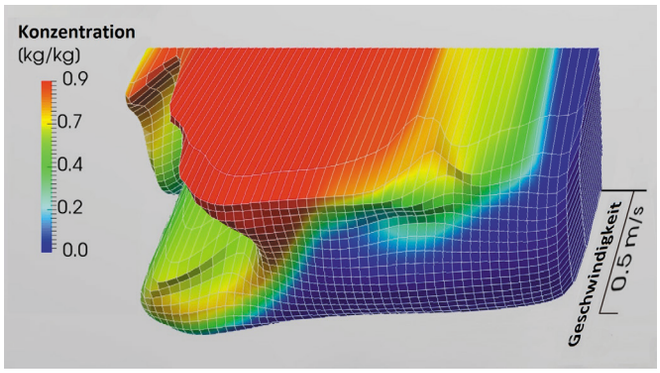
## Ziele

Die Forschungsgruppe Thermische Verfahrenstechnik und Simulation und die Forschungsgruppe Prozessanalytik an der TU Wien verfolgten gemeinsam das Ziel, Geschwindigkeit und Konzentration mit einer einzigen Sonde messbar zu machen, um diese Größen gleichzeitig und am selben Punkt in der Strömung zu erfassen. Die Messtechnik sollte auf einen optischen Zugang reduziert und das benötigte Bauvolumen drastisch verkleinert werden.

## Lösung

Die Forscherinnen und Forscher gingen von geeigneten, hoch auflösenden, berührungslosen, physikalischen Messverfahren für jede Komponente aus und suchten Wege, diese so miteinander zu koppeln, dass sowohl Geschwindigkeit als auch chemische Zusammensetzung an den gewünschten Positionen im Strömungsfeld zu exakt der selben Zeit und am selben Ort gemessen werden.

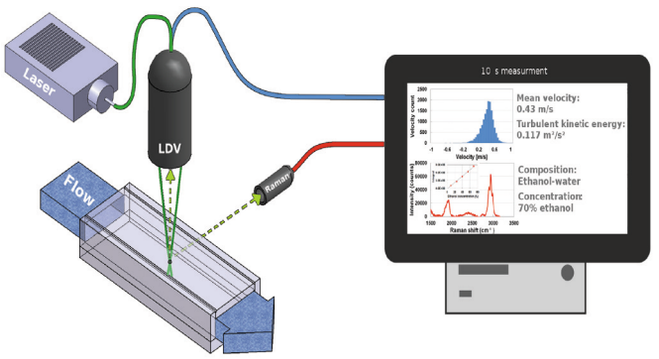
Dafür wurden die bekannten hochauflösenden und laser basierten Verfahren Laser-Doppler-Geschwindigkeitsmessung (LDV), das seit etwa 25 Jahren in verschiedenen Anwendungen etabliert ist, und die Raman Spektroskopie, die seit etwa 15 Jahren erfolgreich eingesetzt wird, ausgewählt.




Gleichzeitige exakte Erfassung von Geschwindigkeit und Konzentration in einer Flüssigkeit.

Für die neu entwickelte Messtechnik ist lediglich eine Laserlichtquelle für beide Messungen erforderlich. Das Streulicht vom Messpunkt wird durch eine oder – bei Bedarf auch getrennt – durch zwei Optiken gesammelt und analysiert. Das charakteristische sogenannte LDV-Burstsignal wird beim Durchtritt eines Seeding-Partikels durch das vom Laser fokussiert beleuchtete Messvolumen für die Geschwindigkeitsanalyse herangezogen. Gleichzeitig wird die Frequenzverschiebung des Streulichts aus dem Messvolumen in Hinblick auf den sogenannten Raman-Shift, der präszise Aussagen über die chemische Zusammensetzung erlaubt, spektroskopisch untersucht.

Die neue Messtechnik stellt verringerte Anforderung an die optische Zugänglichkeit, weil sie nur noch ein optisches Fenster in die Messzone benötigt. Durch die Integration in einen einzigen Messkopf kann der benötigte Bauraum weiter verkleinert werden. Die Reduktion auf eine Lichtquelle für beide Messungen ermöglicht eine weitere Kostenreduktion gegenüber den getrennten Systemen. So ergibt sich eine hochauflösende, präzise Messtechnik, die neue Anwendungen in der Prozesstechnik, in der Qualitätssicherung und in Labors ermöglicht.




Messprinzip mit zwei getrennten Messköpfen dargestellt

## Nutzen für Sie

- zeitlich synchronisierte Strömungs- und Konzentrationsmessungen, die idente Punkte in der Strömung erfassen – beide Messwerte stammen immer gesichert vom gleichen Fluidelement in der Strömung
- Bestimmung von Durchmischungs- und Konzentrationsfluktuationen mit hoher zeitlicher Auflösung möglich
- für Qualitätskontrolle in Fließstrecken oder Behältern
- Raman-Konzentrationsmessungen können für beliebige Fluidkombinationen kalibriert und zusätzlich zum Finger-Printing des strömenden Mediums eingesetzt werden
- nur ein optischer Zugang zur Strömung für den Anregungslaser und für die Signalaufzeichnung erforderlich
- keine Störungen der Strömung durch die Messsonde, kein zusätzlicher Reinigungs-aufwand – der Strömungsweg ist immer hermetisch abgeschlossen
- eine Vielzahl an Messpunkten im Strömungsfeld automatisiert erreichbar – über ein Traversierungs-system, das die Messoptik bewegt
- kann mit entsprechender Laserleistung auch für Gasströmungen eingesetzt werden
- Einsatzmöglichkeit für explosive Medien – da nur optischer Zugang zur Strömung erforderlich ist, ist auch ATEX-Version des Messgerätes möglich präzise Untersuchungs- und Kontrollmöglichkeit für kritische Prozesse, wie Mischvorgänge, Schlieren, chemische Reaktionen, Segregation und Phasentrennung

Notizen


## Kontakt

Prof. Dr. Michael Harasek
TU Wien – Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften

T: +43 1 58801 166202
michael.harasek@tuwien.ac.at