

# Laser Doppler Velocimetry

# LDA

Grab your Flow!



Intelligent Laser  
Applications GmbH

## Laser-Doppler-Velozimetrie / Laser Doppler Velocimetry

Die Laser-Doppler-Velozimetrie (LDV) ist ein berührungsloses laseroptisches Meßverfahren für die Erfassung von Strömungsgeschwindigkeiten. Das Meßverfahren zeichnet sich durch seine hohe Genauigkeit (bis 0,1%), seinen weiten Meßbereich und durch sein sehr gutes räumliches und zeitliches Auflösungsvermögen aus. Aufgrund des modularen Aufbaus der LDV-Systeme kann die ILA Lösungen für einen weiten Anwendungsbereich – vom kostengünstigen Basissystem bis hin zum 3D- LDV-System - anbieten.

The Laser Doppler Velocimetry (LDV) is a non-intrusive method for measuring flow velocities. LDV is known for high accuracy (up to 0.1%), a wide measuring range and for its high spatial and time resolution. The ILA is able to offer a wide range of LDV systems, starting with a reasonable priced basic system up to a 3D- LDV system, due to the modularity of the components.

Sonde fp40 mit Controller / Probe fp40 with Controller



## Das Meßprinzip / Measuring Principle

Am Meßort, dem Schnittpunkt von zwei Laserstrahlen, bildet sich ein Interferenzstreifenmuster aus. In der flüssigen oder gasförmigen Strömung mittransportierte mikroskopische Partikel (1-10  $\mu\text{m}$ ) reflektieren beim Durchqueren des Meßortes das Laserlicht mit einer der Strömungsgeschwindigkeit proportionalen Frequenz. Das rückgestreute Licht wird mit einem Photodetektor in ein elektrisches Signal umgewandelt. Die Bestimmung der Dopplerfrequenz erfolgt mit Hilfe einer Spektralanalyse (FFT). Mit dem bekannten Interferenzstreifenabstand wird aus der gemessenen Dopplerfrequenz die Strömungsgeschwindigkeit berechnet.

A pattern of interference fringes is produced at the crossing point of two laser beams. Tiny particles (1-10  $\mu\text{m}$ ) are backscattering the laser light with a frequency proportional to the flow velocity when passing the measuring point. The backscattered light is converted with a photodetector to an electrical signal. By using FFT technics the Doppler frequency is determined. The flow velocity is calculated with the known distance between the interference fringes and the measured frequency.

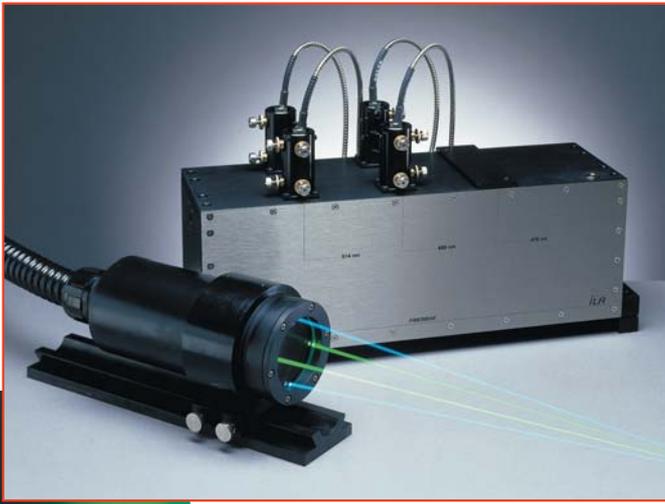
## Das Meßsystem / Measuring System

Das Meßsystem besteht aus den Komponenten Laser, Optik, Controller, Spektralanalysemodul und Software. In der Einstiegsversion wird als Laserquelle ein HeNe-Laser eingesetzt, der direkt mit der Optik (Sonde fp40 oder fp50) verbunden ist. Dieser Aufbau zeichnet sich gegenüber den faseroptischen Lösungen durch einen sehr hohen Übertragungswirkungsgrad und durch geringe Kosten aus. Bei sehr beengten Platzverhältnissen oder höheren Laserleistungen werden faseroptische Systeme mit Argon-Ionen- oder Nd:YAG-Lasern realisiert. Die faseroptischen Sonden fp63 können durch einfaches Implementieren von zusätzlichen Sendefasern von einer 1D-Anordnung zu einem 2D-System erweitert werden. Die Einkopplung des Laserlichtes in die Sendefasern sowie die Wellenlängentrennung und Frequenzshift für die Sonde fp63 erfolgt in einer Fiberbox.

The measuring system consists of laser, optic, controller, FFT modul and software. A HeNe laser, which is directly coupled with the optic (fp40 or fp50), is used for the basic system as light source. The advantage of this setup compared to fiberoptical solutions is the high efficiency of the laser beam delivering and the low costs. The space-saving fiberoptical systems can be equipped with Ar<sup>+</sup> and Nd:YAG lasers. The fiberoptical fp63 probe can be easily converted into a 2D-system by adding additional transmitting fibers. The coupling of the laser light into the fibers, the wavelength separation, and the frequency shifting is done within a fiber box.



Sonde fp80 mit Controller / Probe fp80 with Controller



## Die Software / Software

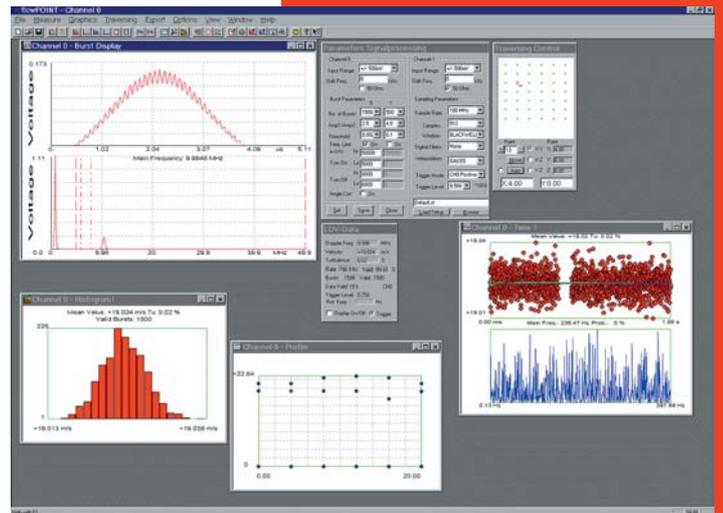
Zur Erfassung und Auswertung der Meßsignale werden die bewährten ILA-Spektralanalysemodule mit Bandbreiten von 50 MHz bis 400 MHz eingesetzt. Diese Auswerteeinheiten sind auch hervorragend für die Nachrüstung bereits bestehender LDV-Systeme geeignet. Die Signalauswertung (FFT) wird vom PC-Prozessor durchgeführt. Dabei sind Datenraten von z.Zt. ca. 1.8 kHz erreichbar. Zur Beschleunigung der FFT kann optional ein Digitaler Signalprozessor (DSP) in den PC eingesetzt werden. Die Software zur Datenerfassung ist als Windows Applikation gestaltet und gewährleistet eine einfache Bedienung des Meßsystems. Zur Positionierung der Sonden ist optional ein Traversiersystem mit bis zu drei Achsen lieferbar, das aus der LDV-Meßsoftware heraus bedient werden kann. Optional ist zur Berechnung der Traversierpositionen beim Messen durch gekrümmte Fenster ein Strahlverfolgungsmodul verfügbar.

The evaluation of the doppler bursts by FFT methods is done with the well established PC based spectral analysis modules. Datarates of up to 1.8 kHz are achievable. The software contains a traversing module for positioning traversing units with up to three axes. An optional beam calculation module allows the determination of the measuring points due to curved windows.

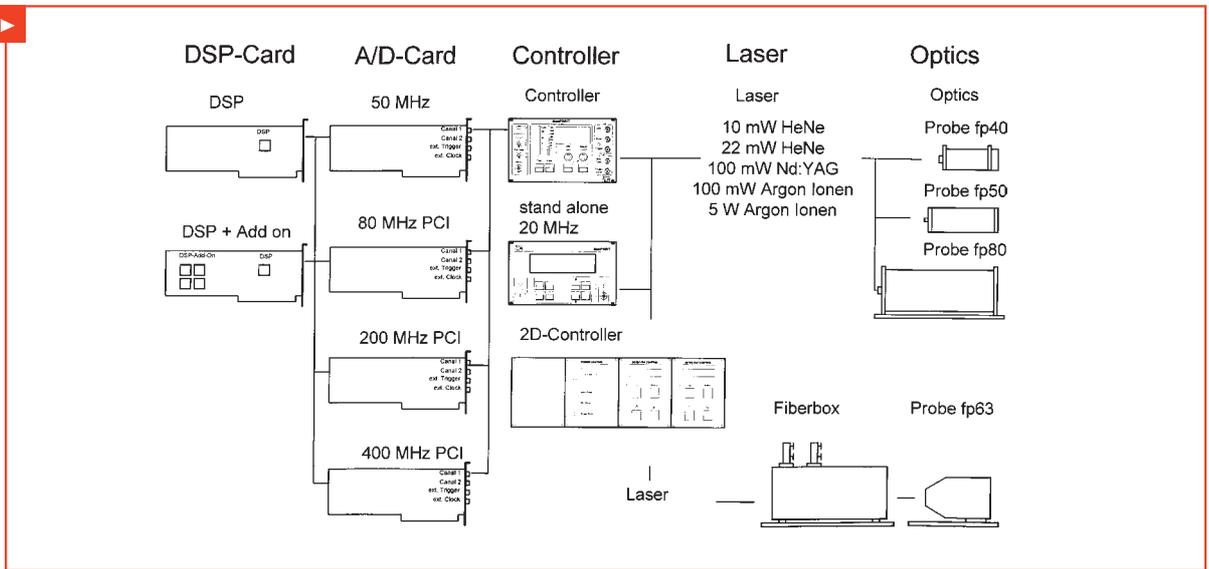
## Unterstützung / Support

Spezielle Aufgaben erfordern oft spezifische Lösungen. Die ILA bietet neben den Standardsystemen auch die Entwicklung kundenspezifischer LDV-Komponenten z.B. Optiken für die hochpräzise Messung von Strömungsgeschwindigkeiten zur Volumenstrommessung an. Darüber hinaus sind auch automatisierte Windkanäle mit integriertem LDV-System als Vergleichsnorm für die Kalibrierung von Strömungssensoren lieferbar.

Special assignments require often specific solutions. The ILA offers next to the standard systems also the development of custom specific solutions e.g. optics for high accuracy volume flow rate measurements. Automated wind tunnels with integrated LDV-system as a standard for calibration of other flow sensors are available.



Sonde fp63 als 3D-System / Probe fp63 as a 3D-System



Sonde fp40 mit Controller / Probe fp40 with Controller ▶



10 mW HeNe-Laser, Schnittweite der Sonde  $f = 90-160$  mm, ungeschiftet, Avalanche-Photodiode, Geschwindigkeitsbereich  $v < 40$  m/s Anwendungsbereich: z.B. Kalibrierung von Strömungssensoren

10 mW HeNe-Laser, focal length  $f = 90-160$  mm, no frequency shift, avalanche photodiode, velocity range  $v < 40$  m/s. Application: calibration of flow sensors

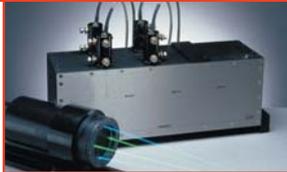
Sonde fp80 mit Controller / Probe fp80 with Controller ▶



150 mW Nd:YAG-Laser integriert im Controller, auch mit Argon-Ionen-Laser verfügbar, eine Sendefaser (monomode, polarisationserhaltend), Braggzelle und Photomultiplier in der Sonde fp80 integriert, Schnittweite  $f = 310-500$  mm, Geschwindigkeitsbereich  $v < 100$  m/s

150 mW Nd:YAG-Laser integrated in controller unit, also available with Ar<sup>+</sup>-laser, one transmitting fiber (monomode, polarisation preserving), Braggcell and photomultiplier integrated in probe fp80, focal length  $f = 310-500$  mm, velocity range  $v < 100$  m/s

Sonde fp63 mit Fiberbox / Probe fp63 with Fiberbox ▶



Faseroptische Sonde, Schnittweite von  $f = 160-800$ mm, 2 Sendefasern, 1 Empfangsfaser, 1D-Sonde erweiterbar auf 2D-System, Sondengehäuse ist wasserdicht, Fiberbox mit Braggzelle und Dispersionsprismen zur Wellenlängentrennung, Einkopplung der Sendestrahlen über Präzisions-Vierachsenversteller, Photomultiplier im Controller integriert

Fiberprobe, focal length  $f = 160-800$ mm, 2 transmitting fibers, 1 receiving fiber, the 1D-probe can be upgraded to a 2D-System, watertight, fiberbox with Braggcell and dispersion prism for wavelength separation, including high precision input manipulators, photomultiplier integrated in Controller

Sonde fp63 als 3D-System / Probe fp63 as a 3D-System ▶



für den Unterwassereinsatz ausgelegt, Schnittweite unter Wasser  $f = 600$ mm, Tubus zur einfachen Justage der Sonden auf das Meßvolumen

Designed for underwater applications, focal length in water  $f = 600$ mm, tube for easy measuring volume adjustment

# Grab your Flow!

Die ILA bietet neben der punktuellen LDV Meßtechnik auch PIV Systeme zur zeitgleichen Erfassung von ganzen Strömungsgeschwindigkeitsfeldern an. Unser strömungstechnisches Know-How steht Ihnen ebenfalls als Dienstleistung für Ihre Problemlösung zur Verfügung. Gern vereinbaren wir mit Ihnen einen unverbindlichen Vorführtermin in Ihrer Applikation. Wir haben die intelligente Lösung.

The ILA is also producing PIV systems for measuring the flow velocity of a whole flow field at a certain time. Our know how in fluid mechanics is available as a service to help to solve your problem. We would be glad to make a demonstration in your application. We have the intelligent solution.



**Intelligent Laser Applications GmbH**

Karl-Heinz-Beckurts-Straße 13  
52428 Jülich  
Telefon: 02461. 690 430  
Telefax: 02461. 690 439  
e-mail: info@ila.de  
www.ila.de