

Nd:YAG-Laser in der Laser-Doppler-Anemometrie

Die Laser-Doppler-Anemometrie (LDA) ist ein bewährtes Verfahren der modernen Strömungsmeßtechnik zur berührungslosen Messung von Strömungsgeschwindigkeiten. Durch die Entwicklung von Halbleiterlasern und diodengepumpten Nd:YAG-Lasern, die den Kohärenzanforderungen dieser Meßtechnik genügen, sind heute leistungsfähige LDA-Systeme mit drastisch reduzierter Baugröße realisierbar. Miniaturisierte LDA-Systeme bieten aufgrund des verringerten Leistungsbedarfes und der vereinfachten Handhabung entscheidende Vorteile. Eine weitere Flexibilitätssteigerung wird durch die Entkopplung der eigentlichen Meßsonde vom optischen Grundaufbau durch eine Glasfaserverbindung erreicht. Zu diesem Zweck werden sendeseitig polarisationserhaltende Monomode-Lichtwellenleiter eingesetzt. Das empfangene Streulichtsignal wird durch eine Gradientenindexfaser zum Photodetektor übertragen.

Bei Standard-LDA-Systemen, d.h. ohne Verwendung von Lichtwellenleitern, ist der Einsatz von Halbleiterlasern und diodengepumpten Nd:YAG-Lasern problemlos möglich. Die Kombination derartiger Laser mit einer Glasfaserübertragung erfordert jedoch in jedem Fall den Einsatz eines optischen Isolators. Die bei der Einkopplung in die Glasfasern entstehenden partiellen Reflektionen der Laserstrahlen verursachen bei Diodenlasern einen beträchtlichen Kohärenzverlust, der sich entsprechend auf die Signalqualität auswirkt. Bei Nd:YAG-Lasern führen geringste mechanische Einwirkungen auf eine oder beide Glasfasern zu einem sehr starken Störsignal (Abb. 1a), wodurch das eigentliche Dopplersignal (Abb. 1b) unterdrückt wird. Derartige mechanische Beanspruchungen der Fasern sind in der Praxis bei zahlreichen Applikationen unvermeidbar. Dieser Effekt ist nicht auf Fasereigenschaften zurückzuführen, da er bei unterschiedlichen Fasertypen in gleicher Form auftritt.

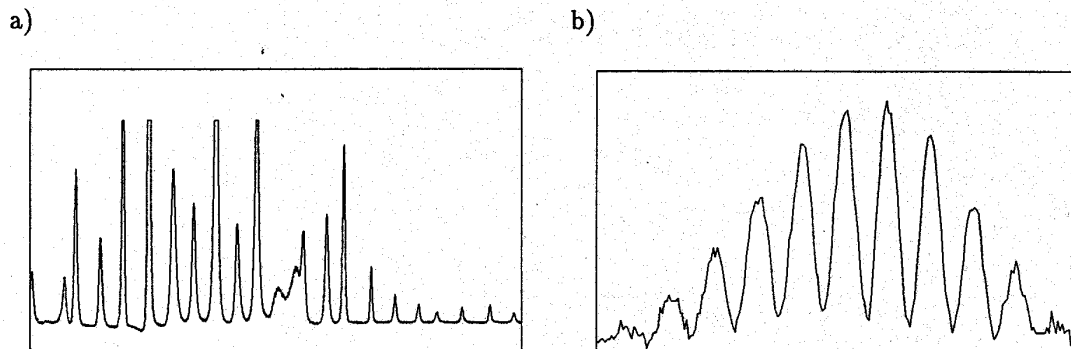


Abbildung 1: Typische Signale: a) ohne opt. Isolator b) mit opt. Isolator

Durch Verwendung eines geeigneten optischen Isolators (ISOWAVE I-106-MINI) unmittelbar nach dem Laserausgang wird dieser unerwünschte Effekt vollkommen eliminiert. Abbildung 1 zeigt typische Signale, wie sie mit einem faseroptischen Nd:YAG-LDA-System ohne und mit optischem Isolator bei gleichzeitiger mechanischer Beanspruchung der Sendefasern erhalten werden. Durch die miniaturisierte Bauform des ISOWAVE-Isolators sind Nd:YAG-Laser auch in faseroptischen LDA-Systemen ohne Auswirkung auf die Gesamtbaugröße einsetzbar. Auf diese Weise konnte am Lehrstuhl für Strömungsmechanik der Universität Erlangen-Nürnberg erstmalig ein mobiles, faseroptisches Zweikomponenten-LDA-System realisiert werden.