Berührungslose Messung von Strömungsgeschwindigkeiten mit Laserstrahlung

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen**

Band (Jahr): **44 (1971)**

Heft 4

PDF erstellt am: **16.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-560514

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Berührungslose Messung von Strömungsgeschwindigkeiten mit Laserstrahlung

Die Streuung von Licht an kleinen Teilchen ist ein bekanntes Phänomen der Optik. Bewegen sich die Teilchen relativ zu einem festen Beobachtungsort, so verändert das gestreute Licht seine Frequenz (und damit die Farbe) in Proportion zur Teilchengeschwindigkeit. Diese Erscheinung ist in der Physik unter dem Namen Doppler-Effekt bekannt und kann im Bereich der Schallwellen — zum Beispiel im Strassenverkehr — täglich beobachtet werden.

Bei kleinen Strömungsgeschwindigkeiten ist die Farbänderung des gestreuten Lichts so gering, dass sie von Spektralapparaten nicht mehr registriert werden kann. Verwendet man jedoch eine «kohärente» Lichtquelle, das heisst einen Laser mit genau definierter Frequenz (und Phase), so lassen sich auch sehr kleine Frequenzverschiebungen des gestreuten Lichts noch genau bestimmen.

Das Messprinzip entspricht demjenigen des sogenannten Doppler-Radars in der Mikrowellentechnik. Die in eine bestimmte Richtung gestreute Lichtkomponente wird mit einem Teil des ungestreuten Lichts «überlagert» (das heisst amplitudenmässig addiert) und in dieser Form von einem Photodetektor empfangen. Auf Grund des quadratischen Zusammenhanges zwischen Detektorstrom und Lichtamplitude entsteht am Ausgang des Photoempfängers unter anderem ein elektrisches Signal, dessen Frequenz gleich der Differenzfrequenz beider Lichtanteile ist. Diese Differenzfrequenz ist wegen des Doppler-Effekts ein direktes Mass für die Geschwindigkeit der Teilchen und damit der umgebenden Strömung.

In einer typischen Anordnung und für rotes Licht eines Helium/Neon-Lasers beträgt der Doppler-Effekt etwa 1 MHz bei einer Geschwindigkeit von 1 m/s. In dieser Weise lassen sich Strömungsgeschwindigkeiten von Flüssigkeiten und Gasen im Bereich von etwa $^1/_{100}$ mm/s bis 1000 m/s vollkommen berühungsfrei bestimmen. Voraussetzung ist lediglich eine hinreichende Transparenz des Mediums sowie eine geringe Beimischung von streuenden Teilchen (zum Beispiel genügen bereits die normalen Verunreinigungen in technischen Flüssigkeiten wie etwa im Leitungswasser). Die Abhängigkeit des Doppler-Effekts von der Beobachtungsrichtung gestattet es, durch drei Messungen in drei verschiedene Richtungen alle drei Komponenten des Geschwindigkeitsvektors zu bestimmen. Da sich Laserlicht zu einem sehr kleinen Punkt fokussieren lässt, ist ausserdem für eine hohe räumliche Auflösung der Massmethode gesorgt.

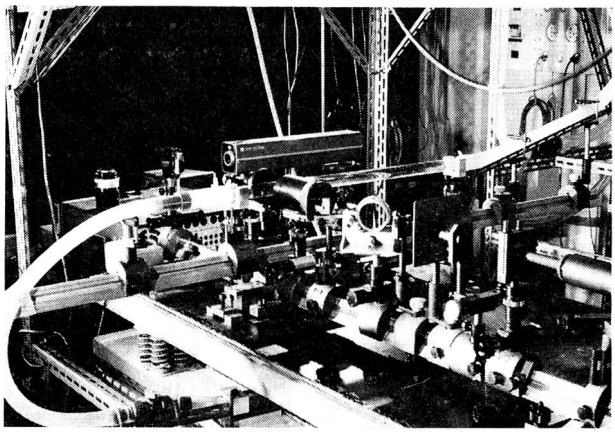

Bild 1 zeigt einen Versuchsaufbau der beschriebenen Messeinrichtung im Brown-Boveri-Forschungszentrum. Der Strömungskanal in Bildmitte besteht aus einem Glasrohr, erkennbar durch zwei dicke Plastikschläuche an beiden Enden. In Bildmitte erhöht befindet sich der Gaslaser, am Ende der optischen Bank (rechter unterer Bildrand) der Photodetektor. Zur Isolation gegen Gebäudevibrationen ruht der gesamte optische Aufbau auf einer federnd gelagerten, massiven Steinplatte.

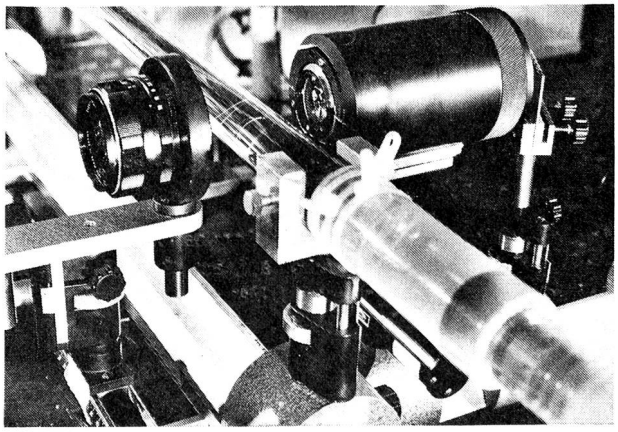

Bild 2 zeigt eine Detailaufnahme der gleichen Anordnung in unmittelbarer Umgebung des Strömungskanals (hier gefüllt mit Wasser). Die Linse links fokussiert die Laserstrahlung in ein kleines Volumen innerhalb des Rohres, die Linse rechts ist ein Teil der Empfangsoptik.