

Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen
Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-
Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere
Band: 44 (1971)
Heft: 4

Artikel: Berührungslose Messung von Strömungsgeschwindigkeiten mit
Laserstrahlung
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-560514>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 21.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://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 $\frac{1}{100}$ mm/s bis 1000 m/s vollkommen berührungsfrei 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.

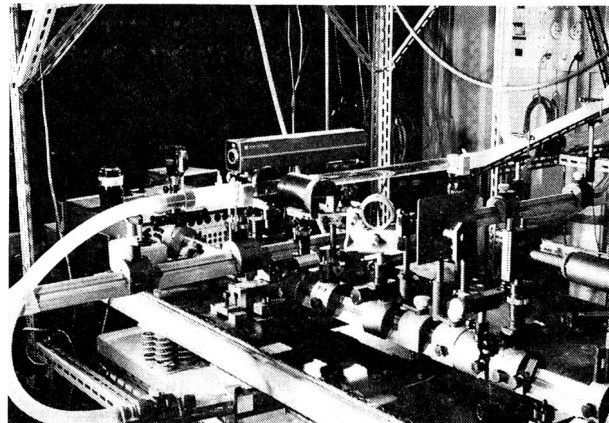


Bild 1 zeigt einen Versuchsaufbau der beschriebenen Messeinrichtung im Brown-Boveri-Forschungszentrum. Der Strömungskanal in Bildmitte besteht aus einem Glasrohr, erkennbar durch zwei dicke Plastikschläuche an beiden Enden. In Bildmitte erhöht befindet sich der Gaslaser, am Ende der optischen Bank (rechter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

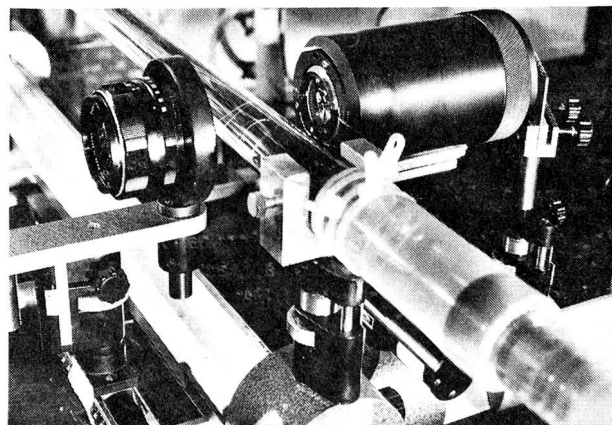


Bild 2 zeigt eine Detailaufnahme der gleichen Anordnung in unmittelbarer Umgebung des Strömungskanals (hier gefüllt mit Wasser). Die Linse links fokussiert die Laserstrahlung in ein kleines Volumen innerhalb des Rohres, die Linse rechts ist ein Teil der Empfangsoptik.