

Neue Ultraschall-Prüftechnik zur hochpräzisen Bestimmung der Dichte von Flüssigkeiten und Gasen sowie zur Viskositätsmessung von Fluiden

T. WASCHKIES, R. LICHT, W. GEBHARDT, B. VALESKE
Fraunhofer IZFP, Saarbrücken

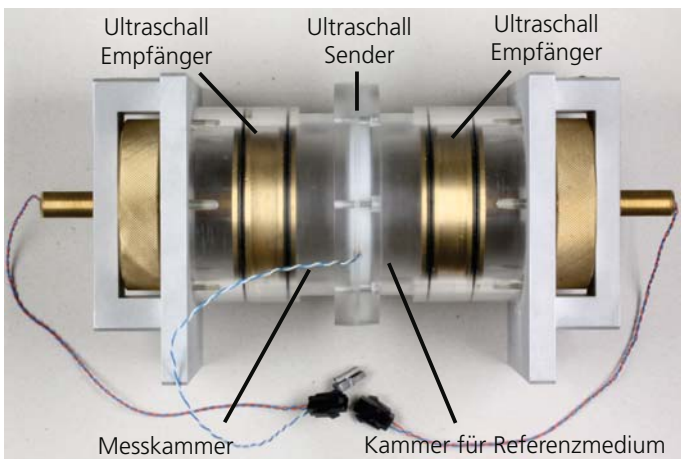
Kurzfassung. Am IZFP wurde ein neues Prüfverfahren entwickelt, welches basierend auf Differenzmessungen hochgenaue Dichtebestimmungen erlaubt und aufgrund des robusten und kostengünstigen Aufbaus ein hohes Potential für die industrielle Anwendung besitzt. Bislang sind zahlreiche Verfahren zur Dichtemessung bekannt, z.B. die Ultraschalllaufzeitmessung im Medium, die Bestimmung des Reflexionskoeffizienten des zu messenden Mediums (Patent No. US2009/0266165), die Röntgenabsorption (Journal of the European Ceramic Society 30 (2010) 2927–2936), um nur einige Beispiele zu nennen. Das Hauptmanko der beschriebenen Techniken ist jedoch entweder eine zu geringe Genauigkeit oder ein sehr großer prüftechnischer Aufwand und daraus resultierend eine eingeschränkter Anwendungsbereich.

Im Rahmen des Vortrags wird ein neues Dichte-Messverfahren vorgestellt, welches sich durch eine hohe Messgenauigkeit (besser 10^{-4} g/cm³) bei gleichzeitig geringem messtechnischen Aufwand auszeichnet und aus diesen Gründen sehr gut automatisierbar ist. Der Messaufbau besteht aus einer zylindrischen Messzelle welche durch einen Piezoschwinger in zwei Messkammern unterteilt wird. Eine Kammer dient als Referenzmesszelle, die zweite wird durch das zu messende Medium befüllt. Durch den Piezoschwinger wird Ultraschall in beide Kammern eingeschallt, welcher jeweils am Ende einer Kammer durch einen separaten Empfänger ausgewertet wird. Das Prinzip der Dichtebestimmung beruht auf der Messung der Amplitudendifferenz der empfangenen Ultraschallsignale beider Messzellen. Durch diese Auswertungsmethode kann in Abhängigkeit vom Referenzmedium eine hohe Genauigkeit der Dichtemessung erreicht werden, was im Rahmen des Vortrags anhand von Beispielen dargestellt wird. Weiterhin werden im Vortrag weitere Möglichkeiten dieses Prüfverfahrens vorgestellt wie z.B. eine präzise Ultraschalllaufzeitbestimmung oder die Viskositätsmessung von Fluiden.

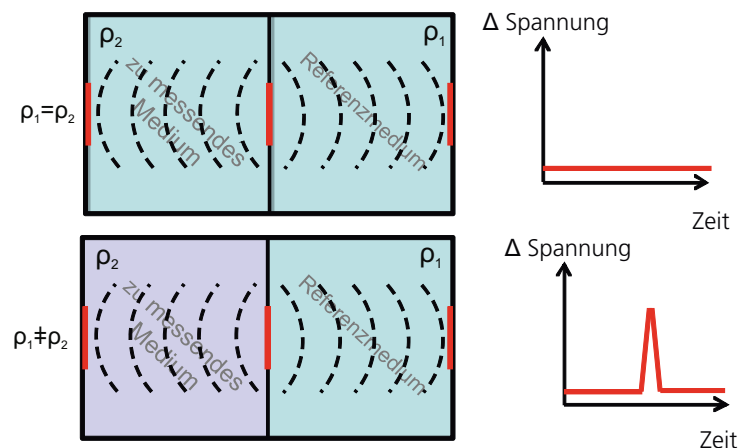
Neue Ultraschalltechnik zur hochpräzisen Dichtemessung von Flüssigkeiten und Gasen

Thomas Waschkies, Rudolf Licht, Wolfgang Gebhardt, Bernd Valeske, Fraunhofer IZFP, Saarbrücken

Aufbau Dichtemesskammer



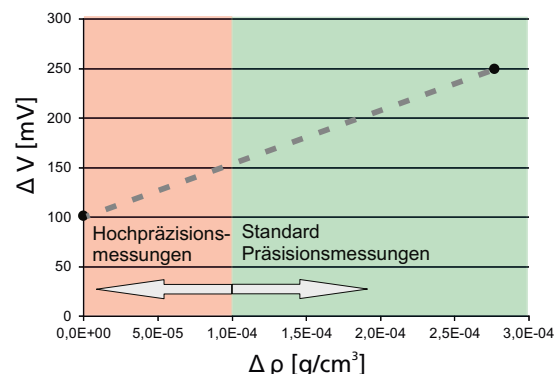
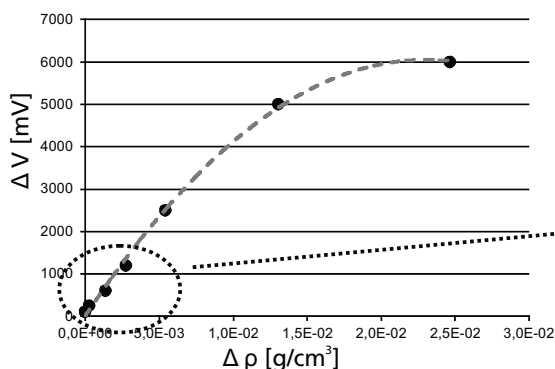
Funktionsprinzip



Ein Ultraschallsender, welcher sich zwischen der Messkammer und der Kammer für das Referenzmedium befindet, sendet einen Ultraschallimpuls in beide Kammern. Ihre Intensitäten werden durch entsprechende Ultraschallempfänger am Ende jeder Kammer erfasst und die Differenz ausgewertet.

Befinden sich in beiden Kammern identische Medien, so sind die Empfangssignale identisch und ihre Differenzen heben sich auf. Weist das Medium in der Messkammer bereits einen **sehr geringen Dichteunterschied** zum Medium in der Referenzkammer auf, so wird dies sofort durch einen **Amplitudenausschlag des Differenzsignals** deutlich.

Messung einer Isopropanol-Wasser Mischung



Kommerziell erhältliche Messgeräte ermöglichen bislang Dichtemessungen mit Genauigkeiten von bis zu $0,1 \text{ mg/cm}^3$. Dieser Bereich (oben in grün dargestellt) erfordert jedoch einen erheblichen messtechnischen Aufwand, z.B. eine hohe Gerätepräzision, Temperaturstabilität usw. Das hier dargestellte Messverfahren besteht durch seinen einfachen und kostengünstigen Aufbau bei gleichzeitig hervorragender Messgenauigkeit. Durch das Messverfahren sind **Hochpräzisionsmessungen** (oben in rot dargestellt) **besser als $0,1 \text{ mg/cm}^3$** möglich.