

Schwingungsschäden an Thermometer-Schutzrohren

In fast allen Bereichen der Industrie werden zur Messung der Temperaturen von gasförmigen und flüssigen Medien in Druckleitungen häufig Tauchhülsen (Thermometer-Schutzrohre) entweder in zylindrischer oder konischer Ausführung eingesetzt. Üblicherweise ragen diese mit der temperaturempfindlichen Spitze bis in die Mitte der Rohrleitung hinein. Diese Schutzrohre müssen den Drücken und Kräften in der Leitung bzw. im strömenden Medium standhalten. Hierfür geben Normen entsprechende Auslegungskriterien vor.

Häufig unterschätzt wird jedoch die Empfindlichkeit der Schutzrohre auf Schwingungsanregung durch Wirbelablösung. Fallen die Wirbelablösefrequenz am Schutzrohr und Struktureigenfrequenz zusammen, kann dieses zu großen Schwingamplituden an der Schutzrohrspitze führen. Im schlimmsten Fall kommt es in kurzer Zeit zur Materialermüdung und das Schutzrohr reißt an der Einbaumuffe ab. Gas- oder Flüssigkeitsaustritte können dann verheerende Wirkung haben. Überschlägige Auslegungskriterien zur Vermeidung werden in den Normen zwar angegeben, dennoch zeigt die Erfahrung, dass die rechnerische Abschätzung der Schutzrohr-Eigenfrequenz einerseits relativ unsicher ist, andererseits die Strömungsgeschwindigkeit am Schutzrohr falsch eingeschätzt werden kann.

Ein solcher Fall konnte jüngst während einer Messung festgestellt werden (Abbildung 1). Ein Thermometer-Schutzrohr wurde ca. 0,5 m hinter einem Gasregelventil in eine DN300-Leitung eingebaut. Nach kurzer Zeit konnten bereits Materialrisse an der gefährdetsten Stelle (Übergang zur Einbaumuffe) festgestellt werden. Daraufhin wurde ein Miniatur-Schwingungssensor von innen in die Spitze eines neuen Schutzrohres eingesetzt. Beim nachfolgenden Betrieb des Gasregelventils wurden extrem hohe Schwinggeschwindigkeiten von bis zu 500 mm/s eff. gemessen (entspricht einer Auslenkung von rund 2 mm an der Spitze und einer Werkstoffspannungsamplitude von 200 N/mm² am Übergang zur Einbaumuffe). Das Schutzrohr schwingt hierbei in seiner Eigenfrequenz.

Ursache hierfür ist, dass das Geschwindigkeitsprofil stromab des Regelventils sehr unregelmäßig ist und das Schutzrohr mit einer hohen Gasgeschwindigkeit angeströmt wird. Hierbei wird es durch Wirbelablösung permanent in seiner Eigenfrequenz angeregt. Abhilfe brachte hier eine Verkürzung des Schutzrohres um ca. 1/3 der Anströmlänge. Die mechanische Eigenfrequenz des Schutzrohres wurde weit nach oben geschoben und konnte durch die Gasströmung nicht mehr angeregt werden.

STRÖMUNGSTECHNIK

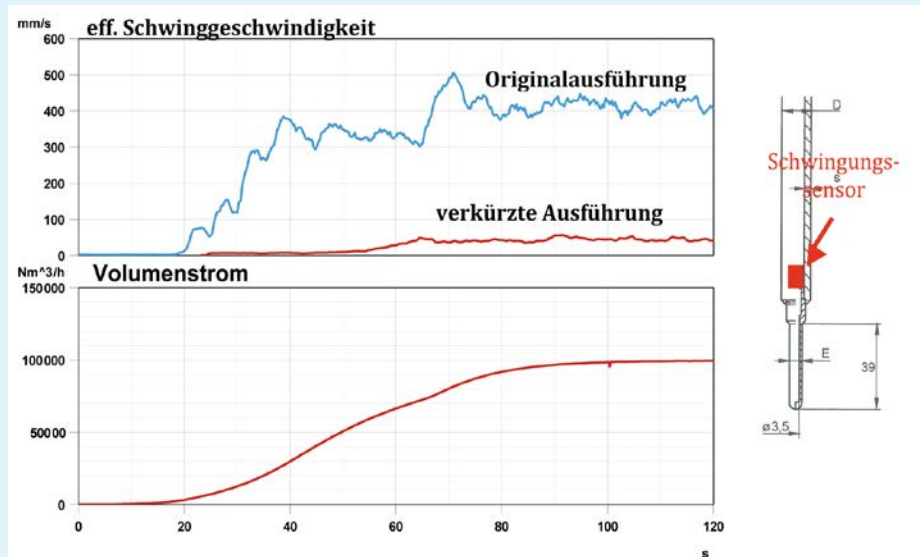


Abbildung 1: Eff. Schwinggeschwindigkeit an der Schutzrohrspitze, Minderung durch Verkürzung der Anströmlänge



Kontakt:

Dipl.-Ing. Franz-Josef Düttmann
Telefon: +49 5971 9710-26
fj.duettmann@koetter-consulting.com