

Effektive Überwachungssysteme für den Behälter- und Apparatebau auf Basis integrierter Sensornetzwerke

W. Hufenbach¹, R. Böhm¹, M. Thieme¹, T. Tyczynski¹, H. Lerche²

Technische Universität Dresden, Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK), Holbeinstraße 3, 01307 Dresden
BASF Schwarzheide GmbH, 01986 Schwarzheide

Durch die erhöhten Anforderungen an Sicherheit, Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit von Behältern und Rohrleitungen ergeben sich im Bereich der allgemeinen Überwachung von Anlagen vielfältige neue technische Herausforderungen. Vor allem bei Behältern aus faserverstärkten Kunststoffen bzw. Metallen mit Innenauskleidung treten bei den wiederkehrenden Untersuchungen mit Hilfe zerstörungsfreier Prüfmethoden zahlreiche Probleme auf. So kann etwa die Schadensursache in den meisten Fällen nicht hinreichend genau festgestellt werden, da Informationen über die kritischen Betriebszustände direkt vor der Schadensentwicklung fehlen. Hieraus erwächst bei den Betreibern von Lager- und Druckbehältern der Wunsch, zuverlässigere automatisierte Überwachungssysteme einzusetzen, die sich darüber hinaus durch einen reduzierten Zeit- und Kostenaufwand auszeichnen.

Vielversprechende Vorteile ergeben sich dabei aus neuartigen Überwachungskonzepten mittels sogenannter „Schlafensensoren“, die in den Werkstoff integriert sind und bei denen erst Signale aufgezeichnet werden, wenn ein bestimmter Schwellwert überschritten ist (Überlastungskontrolle). Besondere wissenschaftlich-technische Problemstellungen bei der Entwicklung der Überwachungssysteme auf Basis von Sensornetzwerken resultieren zum einen aus der werkstoffgerechten Integration und zum anderen aus der Kalibrierung auf vorausbestimmte Schwellwerte, die im wesentlichen die schadensrelevanten Ereignisse widerspiegeln. Beispielgebend wurden insbesondere Piezokeramik-Funktionsmodule in Faserverbundwerkstoffe integriert und für die Überwachung von kritischen Behälterzuständen eingesetzt. Von besonderer Bedeutung sind hier die technologischen Ergebnisse zur Einbettung der Sensornetzwerke in Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV), die dann als FKV-Sensor-Überwachungsmodule (Patches) auch auf metallische Behälter appliziert werden können. Zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der neuartigen Sensornetzwerke bei betriebsähnlichen Bedingungen wurden Demonstratorbehälter bzw. –rohre konstruiert und gefertigt, bei dem die Piezomodul in rechnerisch vorausbestimmten versagensrelevanten Zonen eingebracht sind. Die Demonstratoren wurden in institutseigenen Behälter- und Rohrprüfständen geprüft. Damit wurde eine Möglichkeit geschaffen, die neuen Überwachungssysteme im Vergleich zu herkömmlichen Überwachungssystemen (z.B. Schallemissionsanalyse) zu bewerten. Die neuen Sensornetzwerke ermöglichen eine deutliche Verbesserung bei der Prüfung und bei der zuverlässigen Schadenserkenkung von faserverstärkten Behältern und Rohren. Darüber hinaus lassen sich die Überwachungs-, Prüfungs- und Instandhaltungsmaßnahmen deutlich reduzieren.

Die in den Modellversuchen ermittelten Ergebnisse wurden im Praxistest unter realen Einsatzbedingungen bei der BASF Schwarzheide GmbH verifiziert. Geeignete Technologie-Demonstratoren wurden dazu in den laufenden Betrieb einer abrasionsgefährdeten Granulatförderanlage integriert, so dass eine praxisnahe Überwachung simuliert werden kann. Die auftretenden Schädigungsphänomene wurden über den gesamten Prozessverlauf (ca. 6 Monate) mit Hilfe zerstörungsfreier Methoden dokumentiert und mit den ermittelten Messsignalen korreliert. Die hierbei gewonnenen Ergebnisse wurden zur weiteren Bewertung der entwickelten Messverfahren und zur Erstellung von Empfehlungen für verbesserte integrierte drahtlose Sensornetzwerke herangezogen.