

Dauerüberwachung der Wanddicke von Rohrleitungen mit Ultraschall

Andreas MÜCK¹, Dietmar IMHOF²

¹ SONOTEC Ultraschallsensorik Halle GmbH, Halle (Saale)

² TÜV NORD MPA GmbH & Co.KG, Leuna

Kurzfassung. Rohrleitungen in industriellen Anlagen müssen aufgrund der auftretenden Erosion und Korrosion permanent überwacht werden. Die Bestimmung der Restwanddicke erfolgt in der Regel mit Ultraschall. Oftmals sind die kritischen Stellen schwer zugänglich und die Rohrleitungen isoliert. Die Vor- und Nachbereitung einer Messung ist dadurch sehr aufwendig.

Beim Messsystem SONOWALL S werden Ultraschallprüfköpfe fest an der Rohrleitung angebracht und in die Isolation eingebaut. Die Anzahl und Position der Prüfköpfe ist dabei frei wählbar. Oft ist die Belastung nicht genau bekannt, weshalb eine Überwachung der Rohrwanddicke über den gesamten Umfang notwendig ist. Die akustische Ankopplung an das Rohr erfolgt mit erprobten Klebstoffen, die auch bei wechselnden Umgebungstemperaturen ihre Haftfestigkeit nicht verlieren.

Die Anschlusskabel werden bis zu 20m entfernt an einer gut erreichbaren Stelle in der Anlage in einem Anschlusskasten untergebracht. Dort kann mit üblichen Ultraschallprüfgeräten eine Wanddickenmessung durchgeführt werden.

Durch die Verwendung standardisierter Komponenten erfüllt das Messsystem die Anforderungen der DIN EN 12668 sowie der DIN EN 14127.

1. Einführung

Rohrleitungen bilden in vielen chemischen und petrochemischen Anlagen sowie in Kraftwerken einen wesentlichen Teil der Infrastruktur. Sie verbinden die Kernkomponenten wie Reaktoren, Kolonnen, Behälter oder Turbinen und sorgen für den Transport der Produkte und Hilfsstoffe innerhalb der Anlagen.

Zur Sicherung des Arbeits- und Umweltschutzes sowie der Arbeitsfähigkeit der Anlagen muss die Integrität der Rohrleitungen sichergestellt sein. Eine regelmäßige Überprüfung mit zerstörungsfreien Prüfverfahren, um bei Bedarf Instandhaltungsmaßnahmen einzuleiten, ist eine anerkannte Maßnahme.

2. Aufgabe

In einer großen petrochemischen Anlage mit über 700 km Rohrleitungen ist TÜV Nord MPA mit verschiedenen Überwachungsaufgaben betraut. Von einer Rohrleitung ist bekannt, dass das Medium abrasiv wirkt. Insbesondere hinter Bögen und Schweißnähten ist aufgrund der Strömungsturbulenzen der Materialabtrag besonders groß. Aus diesem Grund ist eine Überprüfung der Wanddicke mit Ultraschall alle 3 bis 6 Monate vorgeschrieben.



Die kritischen Stellen befinden sich alle an schwer zugänglichen Stellen. Zur Durchführung der Ultraschallmessungen musste bisher jedes Mal ein Gerüst gestellt und die Rohrisolation entfernt werden. Die Kosten für die Vor- und Nachbereitung der Messungen überstiegen den eigentlichen Messaufwand bei weitem. Deshalb wurde nach einer kostengünstigeren Lösung gesucht.

Das Rohr selbst besitzt einen Durchmesser von circa 60 cm und ist aus Edelstahl 1.4539 gefertigt. Die Schallgeschwindigkeit wurde im Vorfeld anhand einer Materialprobe mit 5700 m/s ermittelt. Im Neuzustand besitzt die Leitung eine Wanddicke von circa 8 mm. Die Betriebssicherheit ist bis 3 mm Restwanddicke gegeben. Bei einem erwarteten Abtrag von 0,7 mm/a ist sie für eine Betriebsdauer von bis zu 7 Jahren ausgelegt.

Aufgrund einer planmäßigen Überholung der Anlage und dem kompletten Austausch der Leitung bestand die Möglichkeit, ein neues Konzept umzusetzen. Dazu sollten an mehreren Positionen der Rohrleitung Ultraschallprüfköpfe fest montiert und in die Isolierung integriert werden. Der Anschluss für das Messgerät sollte an einer zentralen Stelle angebracht werden, die über Anlagenbühnen leicht erreichbar ist. Eine Datenfernübertragung war nicht vorgesehen.

3. Lösungskonzept

Um die Anforderungen der Normen zur Ultraschall-Wanddickenmessung zu erfüllen, wurde ein konventionelles Konzept bestehend aus einem passiven Prüfkopf und einem üblichen, zertifizierten Prüfgerät favorisiert.

Im Gegensatz zur Handprüfung, bei der die Ergonomie des Prüfkopfs einen wichtigen Einfluss auf die Qualität der Messung hat, wurde bei der Konstruktion in diesem Fall Wert auf eine einfache und schnelle Montage sowie die Möglichkeit der Austauschbarkeit im Fehlerfall gelegt.

Abbildung 1 zeigt schematisch den Aufbau des Prüfkopfs. Nach entsprechenden Voruntersuchungen wurde eine Konstruktion mit Kunststoffvorlauf ausgewählt. Die Schalllaufzeit im Vorlauf wurde im Vergleich zu der in der Rohrwand doppelt so hoch gewählt. Die Nennfrequenz beträgt 10 MHz.

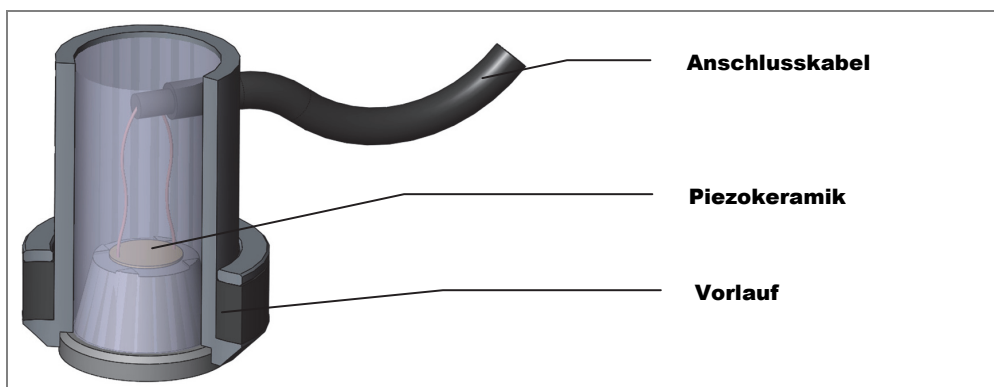


Abb. 1. Aufbau eines Ultraschallprüfkopfs zur Dauerüberwachung der Wanddicke

Die Prüfköpfe sind mit einem festen Anschlusskabel von 5 m Länge ausgestattet. Die Kabellänge ist für eine Verlegung bis zum Anschlusskasten für den beschriebenen Anwendungsfall ausreichend, bei Bedarf sind auch bis zu 20 m möglich.

Zur Befestigung am Rohr wurden Spannplatten konstruiert, die mit Hilfe von Spannbändern montiert werden (siehe Abbildung 2). In die Spannplatten können die Prüfköpfe ohne Werkzeug eingesetzt und im Fehlerfall auch ausgetauscht werden. Zur

akustischen Kopplung werden die Prüfköpfe am Rohr angeklebt. Durch die Halterung sind die Prüfköpfe auch während des Aushärtens des Klebstoffs ausreichend fixiert.



Abb. 2. Spannplatten zur Befestigung der Prüfköpfe am Rohr

Verwendet wird ein 1K-Klebstoff, der bei SONOTEC seit über 20 Jahren zur Befestigung von Ultraschallwandlern an Behälter- und Rohrwänden in der Industrie eingesetzt wird. Er zeichnet sich durch eine sehr gute Schallleitfähigkeit aus. Darüber hinaus besitzt er eine hohe Haftfestigkeit auf verschiedenen Materialien und stellt nur geringe Anforderungen an die Vorbereitung der Oberflächen. Unterschiede in der Wärmeausdehnung der verwendeten Materialien werden durch die hohe Elastizität sehr gut kompensiert. Dadurch ist eine langjährig stabile Messung möglich.

Die Kabel werden zu einem Anschlusskasten geführt (siehe Abbildung 3). Über diesen ist eine Verbindung zum Ultraschallprüfgerät möglich. Zur Messung wurde das SONOSCREEN ST10 verwendet, jedoch sollten andere Geräte genauso einsetzbar sein.



Abb. 3. Anschlusskasten zur Verbindung der Ultraschallprüfköpfe mit dem Prüfgerät

4. Wanddickenmessung

Eine wesentliche Anforderung für das Projekt ist die Berücksichtigung aller bisher durch den TÜV Nord MPA verwendeten Regelwerke. Sämtliche Messergebnisse müssen dokumentiert und in eine Datenbank übertragen werden, auf die bei der Bewertung der Anlagensicherheit durch die Prüfstellen zugegriffen werden kann.

Zur Wahrnehmung der Prüfaufgaben werden bei TÜV Nord MPA ausschließlich ausgebildete Prüfer eingesetzt. Die Messungen müssen in den zuvor genannten vorgegebenen regelmäßigen Abständen durchgeführt werden. Da die Anschlusskästen im Bereich der Anlagenbühnen angebracht sind, kann das bisher benötigte aufwendige Stellen von Gerüsten entfallen.

Im Projekt kommt als Prüfgerät das SONOSCREEN ST10 zum Einsatz, jedoch ist prinzipiell jedes andere Ultraschallprüfgerät oder –wanddickenmessgerät geeignet. Zur Anwendung können sowohl die Einfachecho-Technik als auch die Mehrfachecho-Technik^[2] kommen. Im Ausgangszustand der Rohrleitung mit circa 8 mm Wanddicke ist die Anwendung der Mehrfachecho-Technik problematisch, da das zweite Rückwandecho mit dem Vorlaufecho zusammenfällt. Mit Abnahme der Restwanddicke lassen sich die Echos besser bewerten.

Abbildung 4 zeigt ein typisches A-Bild. Am linken Rand ist das Vorlaufecho des Prüfkopfs zu erkennen. Der Start der Blende 1 (grün) ist auf das Signalmaximum eingestellt. In der Mitte des Messbereichs wird das Wandecho des Rohres dargestellt. Die Blende 2 (blau) ermittelt ebenfalls das Signalmaximum. Am rechten Rand des Messbereichs sind das zweite Wandecho (kleiner) und das zweite Vorlaufecho (größer) erkennbar.

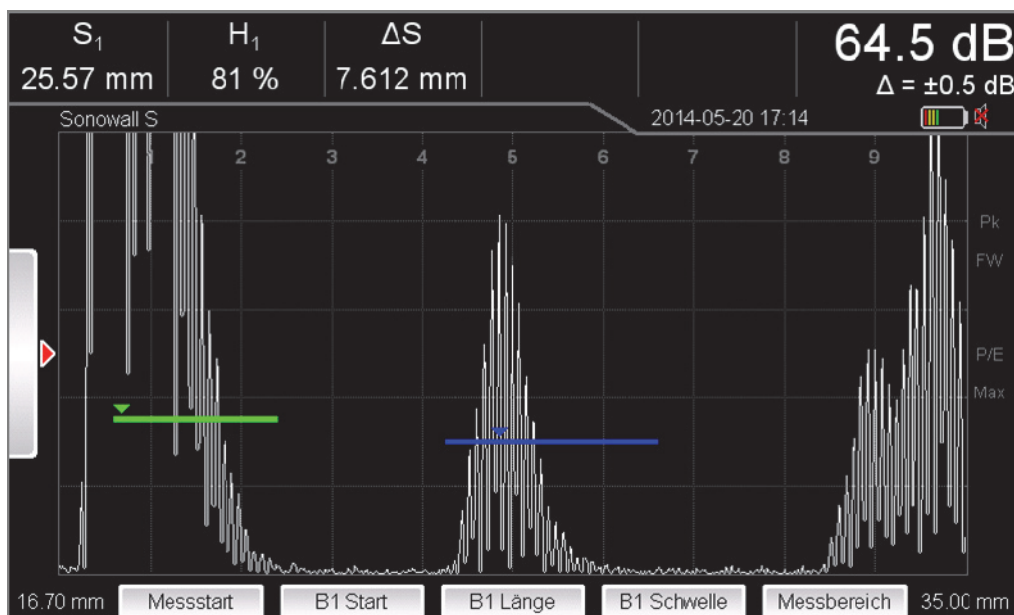


Abb. 4. Screenshot vom SONOSCREEN ST10

Die A-Bilder weisen eine vergleichsweise breite Echostruktur auf. Durch die Verwendung von 10 MHz-Prüfköpfen führen selbst dünne Zwischenschichten zu diesem Bild. Insbesondere der verwendete Klebstoff, der typische Klebespalten von 0,1 mm aufweist, in Verbindung mit der gekrümmten Rohroberfläche führt zu diesem Bild. Zur korrekten Beurteilung der Signale und exakten Messung der Wanddicke ist deshalb die Verwendung eines Messgeräts mit A-Bild-Anzeige notwendig.

Sechs Monate nach Inbetriebnahme fand eine Überprüfung der Messstellen statt. Neben den Werten für die Wanddicke an den einzelnen Positionen wurden erneut die A-Bilder sowie die dazugehörigen Geräteeinstellungen dokumentiert. Dabei konnte gezeigt werden, dass die Wanddicke über den gesamten Rohrumfang abgenommen hat. Die Ultraschallsignale und die eingestellten Verstärkungen waren nahezu unverändert. Die Ankopplung der Prüfköpfe an das Rohr ist intakt geblieben.

5. Zusammenfassung

Die Dauerüberwachung der Restwanddicke von Rohrleitungen in industriellen Anlagen ist sehr aufwendig. Mit Hilfe von fest installierten Prüfköpfen, welche in die Isolierung integriert wurden, konnten im vorgestellten Projekt die wiederkehrenden Prüfkosten nachweislich deutlich gesenkt werden.

Durch das flexible Konzept ist es möglich, die Anzahl und Anordnung der Prüfköpfe an die jeweiligen Anforderungen anzupassen. Der Einsatz bewährter Konstruktionen gewährleistet einen sicheren Betrieb über die geforderte Betriebsdauer auch bei schwierigen Umgebungsbedingungen.

Die Messung erfolgt mit bekannten Ultraschallprüfgeräten. Der Prüfer ist dadurch in der Lage, seine vertrauten Arbeitsmittel einzusetzen. Die Datenübertragung kann auf herkömmlichem Weg erfolgen. Dadurch werden auch die gültigen Regelwerke berücksichtigt.

6. Referenzen

- [1] DIN EN 14127: „Zerstörungsfreie Prüfung – Dickenmessung mit Ultraschall“.
- [2] Matthies, Klaus u.a.: “Dickenmessung mit Ultraschall”, DGZfP e.V., Berlin, 1998.