

Neue, innovative Darstellungs- und Analysemöglichkeiten bei der Pipelineprüfung.

E. Szafarska, S. Schulz, B. Kirchner, GE Inspection Technologies, Hürth

Korrosion und Risse an den Oberflächen von Gas-Pipelines waren Ursache von mehreren schweren Explosionen, die sich in den letzten Jahren in Nord- und Mittelamerika ereignet haben. Der einwandfreie Zustand von Gaspipelines ist daher sowohl aus Gründen der Sicherheit als auch aus wirtschaftlicher Sicht von größter Bedeutung.

Konstruktionsbedingt können die Gaspipelines oft nur von außen geprüft werden. Die Forderung nach regelmäßiger Kontrolle der potentiell gefährdeten Stellen sowie nach Überwachung der bereits korrodierten Abschnitte schließt dabei den Einsatz herkömmlicher Prüfmethode – manuelle Messungen der Wanddicke – aus folgenden Gründen aus:

- Manuelle Messungen sind nicht reproduzierbar und lassen damit keine präzisen Langzeitvergleiche zwischen den Messwerten zu.
- Die Messergebnisse hängen stark von der Tageskondition des Prüfers ab.
- Die für manuelle Prüfung typische ungleichmäßige und relativ grobe Verteilung der Messpunkte kann dazu führen, dass tiefe, punktuelle Korrosionsstellen (Pittings) übersehen werden.
- Mangels Positionsdaten ist flächige Darstellung der geprüften Bereiche nicht möglich.

Die Nachteile der manuellen Prüfung machen den Einsatz mechanisierter, bildgebender Prüfsysteme mit Fähigkeit zur schnellen Befundanalyse, Langzeitarchivierung der Daten und ausführlicher Dokumentation unumgänglich.

GE Inspection Technologies (GEIT) hat hierfür ein mechanisiertes Ultraschallprüfsystem zur flächigen Feinabtastung der Wanddicke entwickelt. Das System kann sowohl an zylindrischen Komponenten, wie Rohrleitungen und Druckbehältern, als auch an flachen Bauteilen eingesetzt werden.

Das Prüfsystem basiert auf dem neuen, mehrkanaligen Ultraschall-Gerät auf PC-Basis und einem 2-Achsen Manipulator. Der Antrieb erfolgt über Magnet-Hafräder – Führungsschienen sind hier überflüssig. Die zweite Achse ist als gerader Arm ausgeführt, an dem die Prüfkopfhaltung montiert wird. Mit Hilfe der Magnetrollen wird der Manipulator an die Komponente angekoppelt und dabei so ausgerichtet, dass im Falle von zylindrischen Komponenten der Manipulatorarm parallel zur Rohrachse zeigt. Die Rollen dienen dann dem Verfahren des Manipulators in die Umfangsrichtung. Bei flachen Bauteilen wird die Achsausrichtung durch die Prüfaufgabe vorgegeben.

Für nicht-ferritische, zylindrische Bauteile wird ein (ferritischer) Führungsring verwendet. Mit Hilfe dieses Ringes kann der Scanner auch für die Rundnahtprüfung eingesetzt werden.

Für die Korrosionsprüfung können bis zu 5 SE-Senkrechtprüfköpfe in einem Gehäuse gleichzeitig eingesetzt werden. Die Prüfköpfe werden in einer Linie parallel zur Versatzrichtung angeordnet, wodurch sich die Prüfzeit erheblich verkürzt. Die Ankopplung erfolgt über einen Wasserspalt von ca. 0,4 mm.

Die Wanddickenmessung wird in Blendentechnik durchgeführt, wobei an jeder Messposition die Laufzeitwerte vom Eintrittsecho und von der Rückwand gemessen werden. Das Rückwandecho wird im SE-Modus gemessen. Für die Messung des Eintrittsechos werden die Sender der SE-Prüfköpfe im Impulseecho-Modus angesteuert. Dank dieser einzigartigen Technik lässt sich sowohl die Wanddicke als auch das Außenoberflächenprofil messen. Ein weiterer Vorteil, den diese Konfiguration bietet, ist die Unempfindlichkeit gegenüber Außenoberflächenrauheit: Die Technik liefert sehr präzise Wanddickenmesswerte bis zu einer Außenkorrosionstiefe von ca. 1,5 mm. Danach werden die Nutzsignale zu niedrig um von den Störechos zuverlässig getrennt zu werden.

Zusätzlich zu den Laufzeitwerten wird an jeder Position die maximale Amplitude in dem Bereich zwischen dem Eintritts- und dem Rückwandecho gemessen. Dies erlaubt genauere Aussagen über die Art der Wanddickenfehler.

Die Visualisierung und Weiterverarbeitung der Messwerte erfolgt mit Hilfe der USIP40-Darstellungs- und Analyse-Software.

Für die Visualisierung der Korrosionsmessdaten stehen dem Anwender die C- und die D-Bilder zur Verfügung: Die C-Bilder enthalten farbcodierte, flächige Darstellung der gemessenen Amplitudenwerte, die D-Bilder repräsentieren die Laufzeitwerte.

Die Software erstellt automatisch drei D-Bilder:

1. Das erste D-Bild zeigt die Laufzeitwerte des Eintrittsechos, d.h. das Außenoberflächenprofil.
2. Das zweite D-Bild zeigt die Laufzeitwerte des Rückwandechos.
3. Das dritte und – für die Korrosionsmessung – wichtigste D-Bild zeigt die Restwanddicke als Differenz zwischen dem Rückwand- und dem Eintrittsecho.

Im nächsten Verarbeitungsschritt werden die Wanddickendaten mit Hilfe eines speziellen Moduls zur automatischen Fehlererkennung analysiert. Der Erkennungsalgorithmus verwendet die folgenden, vom Anwender einzugebenden Kriterien:

- Die minimale und die maximale zulässige Wanddicke.
- Die minimale Fehlerfläche. Dieses Kriterium verhindert, dass einzelne Punkte (Störer) als Fehler klassiert werden.
- Die maximale Entfernung zwischen jeweils zwei benachbarten Fehlern: Fehler, die diese Entfernung nicht überschreiten, werden zu Gruppen zusammenfasst. Neben einem allgemeinen Entfernungsgesetz wurden alle von der USA-Norm API 1163 vorgeschrieben Entfernungsgesetze implementiert (Interaction Rules).

Die erkannten Fehlerbereiche (Gruppen) werden im D-Bild durch Einrahmung markiert. Die wichtigsten Parameter jeder Fehlergruppe, wie Position, Ausdehnung, Fläche und Min/Max-Wanddicke, werden in einer Liste zusammengefasst und auf dem Bildschirm dargestellt.

Für jede Fehlergruppe kann nun das Wanddickenprofil, auch Critical Path oder Riverbottom genannt, automatisch erzeugt werden. Das Profil enthält für alle Längspositionen innerhalb einer Fehlergruppe die jeweils kleinsten Wanddickenwerten, die auf diesen Positionen gemessen wurden. Diese Werte können in einem sehr simplen Verfahren nach RSTRENG® exportiert werden. Dort werden sie als Eingangsparameter zur Berechnung des maximalen Betriebsdrucks und des Berstdruck nach ASME B31G, Modified ASME B31G, Effective Area, NG18, Shell92 und RPR (0.85) verwendet.

Die gesamte Prozedur, von Bilderstellung bis zur Berechnung der zulässigen Druckwerte, ist sehr einfach und dauert kaum mehr als 10 Minuten.

Die Auswerteergebnisse werden in Anwender-spezifischen Protokollen, in Form von Grafiken, Texten und Tabellen dokumentiert.

Die flexible, modulare Softwarearchitektur, das integrierte Modul zur Ansteuerung von diversen Scannern und die umfangreiche Bildverarbeitungs- und Analyse-Software machen das System zu einem vielseitig einsetzbaren Prüfwerkzeug im Bereich der Korrosionsmessung an Sicherheits-Bauteilen.