

Korrosionsprüfung mittels Schallemission (AE) – Werkzeug zur Inspektion von Druckgeräten und Lagerbehälter

Peter TSCHELIESNIG¹, Gerald LACKNER²

¹ AT- Consult e.U., Klosterneuburg, Österreich

² TÜV AUSTRIA SERVICES GMBH, Wien, Österreich

Kontakt E-Mail: office@at-consult.at, gerald.lackner@tuv.at

Kurzfassung. Neben der Materialermüdung ist Korrosion der bedeutendste Schädigungsmechanismus für die Materialien von Druckgeräten, Lagerbehälter, Rohren, (Tank)Schiffen, Straßen- und Schienentankfahrzeugen. Nicht rechtzeitig festgestellte Korrosionsschäden führten und führen noch immer zu katastrophalen Versagen von Strukturen und daraus resultierend neben der Gefährdung von Menschenleben zu enormen ökologischen und ökonomischen Schäden. Die westlichen Industriestaaten haben dabei mit Kosten bis zu 3 % ihres Bruttonationalproduktes zu rechnen. Die rechtzeitige Feststellung von Korrosion während der regulären Wartung und Inspektion von Strukturen ist daher sehr wichtig, erfordert aber wegen des bevorzugten Korrosionsangriffes an schwer einsehbaren, zugänglichen und isolierten Oberflächen einen hohen zeitlichen und finanziellen Inspektionsaufwand.

Die Schallemissionsprüfung (AT) ist ein integrales, nicht invasives Verfahren, welches seit Jahrzehnten erfolgreich bei der Inspektion auf den verschiedensten Gebieten der Industrie eingesetzt wird. Aufgrund seiner Sensitivität wurde bei vielen verschiedenen Anwendungen aktive Korrosion und ihre Folgen festgestellt.

Von der EK geförderte Forschungs- und Entwicklungsprojekte führten zu einem tieferen Verständnis der Schallemission in Bezug die Korrosionsprozesse bzw. deren Auswirkungen auf die meist metallischen Baustoffe der Strukturen. Im speziellen wird der Unterschied zwischen aktiv ablaufender Korrosion und den Sekundäreffekten während einer Belastungsprüfung behandelt.

Basierend auf Beispielen wird die kommende Einbindung der Schallemissionsprüfung in eine „risk based“ Inspektionssystem diskutiert und demonstriert wie durch ihre Anwendung die Produktion sicherer, umweltfreundlicher und ökonomischer werden kann.

Einführung

Die bedeutendsten Schädigungsmechanismen für alle Arten von industriellen Strukturen aus metallischen Werkstoffen, Druckgeräte, Lagertanks, Rohrleitungen, Schiffe, Straßentankfahrzeugen und Eisenbahntransportbehälter stellen Ermüdungsrisse und Korrosion dar. Allein für Korrosionen betragen die ökologischen und ökonomischen Schäden in den westlichen Industrienationen bis zu 3 % des Bruttonationalproduktes. Üblicherweise treten Korrosionen in industriellen Strukturen als eine Kombination von

verschiedenen Prozessen. Den ersten Prozess stellen meist an den verschiedensten Stellen „zufällig“ auftretende chemische Reaktionen dar, welche Schallemission (AE) mit einer niedrigen Energie und kurzer Dauer aussenden. Während verschiedener durch die Europäische Kommission geförderter Projekte wurde nun versucht ein tieferes Verständnis der ablaufenden Prozesse, bestehend aus dem Korrosionsprozess selbst und verschiedener ablaufender parasitären Folgeprozessen zu erlangen. Der Korrosionsprozess kann an blanken metallischen Oberflächen oder an schon vorgeschädigten Bereichen mit beispielsweise Belägen oder Ablagerungen von spröden auftretenden Korrosionsbelägen (Rost). Die Folgeprodukte bzw. Folgeprozesse sind nun der Grund für Schallemission mit höheren Amplituden bzw. Energie und längerer Dauer. In einer Abschätzung kann man eine Wanddicke von 1 mm einem durch Korrosion verursachten Belag von 8 mm gleichgesetzt werden. Trotz des typischen Zeitpunktes des Auftretens von durch Korrosion verursachten Schallemissionssignale wurden weitere Analysewerkzeuge entwickelt, welche hauptsächlich auf frequenzbasierten Mustererkennungssystemen beruhen.

Auf Basis der permanenten Weiterentwicklung sowie der praktischen Anwendung wurde die Auffindung von durch Korrosion verursachten Schäden mehr und mehr eine Hauptaufgabe der AT im Rahmen der Wartung und Inspektion von großen industriell verwendeten Strukturen. Außerdem ist mit dieser Entwicklung in den nächsten Jahren mit einem noch größeren Einsatz des Verfahrens an insbesondere statisch belasteten Bauteilen zu rechnen. Bei Strukturen, welche sowohl statisch als auch zyklisch belastet sind, hat das Verfahren die Möglichkeit der Unterscheidung zwischen den beiden meist auftretenden Schadensmechanismen, Korrosion und Riss.

Prüfung von statisch belasteten Druckgeräten

Bei der wiederkehrenden Prüfung von an einem isolierten Druckgerät, welches im Normalfall nur einer Wasserdruckprobe und einer Innenbesichtigung unterworfen worden wäre, wurden während der Druckprobe, ringförmig um den Behälter angeordnete Anzeigen gefunden. Die auf das Auftreten von Korrosionen in diesem Bereich schließen ließ. Nach Öffnung der Isolierung in diesem Bereich wurden extensive Korrosion und insbesondere Korrosionsprodukte in diesem Bereich festgestellt. Nach Abnahme der Isolierung und Sandstrahlen wurde festgestellt, dass die Korrosion schon unter die erlaubte Wanddicke fortgeschritten war und vor dem weiteren betrieb Auftragsschweißungen durchgeführt werden mussten (Bild 1).

Da dieses Druckgerät innen eine glatte Oberfläche aufwies und eine Wasserdruckprobe ohne Probleme überstanden hätte, wäre bei weiterem betrieb und fortschreitender Korrosion durch unter die Isolierung eingedrungenes Regenwasser in Verbindung mit der Abstandshalterung das Druckgerät in einen gefährlichen Zustand gekommen, welche bis zum Ablösen des Bodens kommen hätte können.

Es ist klar ersichtlich, dass hier die AT für den weiteren Betrieb von besonderer Bedeutung war, da dadurch sonst übersehene Korrosionsschäden festgestellt wurden. In diesem Fall führten insbesondere die parasitären Effekte durch die Korrosionsprodukte sowie schon einsetzende Schäden im Wanddickenbereich zur Auffindung.

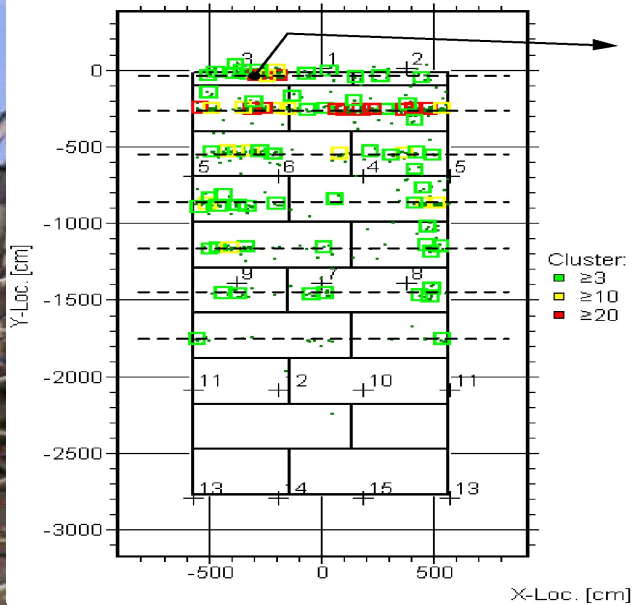


Bild 1: AE-Anzeigen an einem Lagerbehälter

Prüfung von Flüssiggaslagerbehältern

Ein Übergang stellt die Prüfung von Flüssiggaslagerbehältern nach EN 12817 und 12819 dar, wo einerseits eine Korrosionsprüfung nach primären Quellen (korrodierende Bereiche) und nach während der Druckbelastung schon korrodierten Flächen erfolgt. Ein Beispiel ist ein vergrabener Behälter bei dem anhand der Ortung und der rückgerechneten Amplituden das Auftreten von durch Korrosion ausgelöster Schallemission eindeutig nachgewiesen werden konnte.

Dieser Behälter konnte nach Reparatur (Sandstrahlung und Anbringung einer korrekten Isolierung) wieder in Betrieb gehen.

Korrosionsprüfung an Flachbodenlagertanks

Seit mehreren Jahrzehnten führt der TÜV Austria Prüfung an Flachbodenlagertanks auf Dichtheit und Korrosionen durch. Hierbei wird wie schonangesprochen einerseits der Korrosionsprozess an sich d.h. der Übergang aus kristallin aufgebauten Metallgitter in lose Eisenoxidverbindungen gemessen und andererseits auch eine Anzahl sekundärer Erscheinungen, beispielsweise das Brechen der Oxidschicht aber auch Partikelbewegungen unter der Bodenschicht gemessen.

Die Grundlage und die Prüfdurchführung wurden auch durch ein von der EK gefördertes Programm „Inspection of flat bottomed storage tanks by acoustical methods“ abgesichert. Nach jahrelanger Erfahrung mündeten die Ergebnisse in der EN 15856 „Allgemeine Grundsätze zum Nachweis von Korrosion innerhalb von mit Flüssigkeit gefüllten metallischen Umschließungen“, (Bild 2) welche nun klare Prüfvorgaben für die Prüfung gibt und auch die Möglichkeit verschiedene Anwendungen vergleichbar zu machen.

Um nun auch die Kunden vorab zu überzeugen wurde eine Korrosionsquelle entwickelt, wobei die Korrosion in einer Umhüllung abläuft, und bis zum Verbrauch der korrodierenden Flüssigkeit und des vorhandenen Sauerstoffs verwendet werden kann. Durch diese Quelle ist es natürlich auch leichter das applizierte SE Prüfgerät zu verifizieren. Ein wichtiger Punkt in der Norm ist, dass 2 Reihen von Sensoren appliziert werden müssen, dass Quellen vom oberen Boden nicht in den unteren Boden projiziert werden.

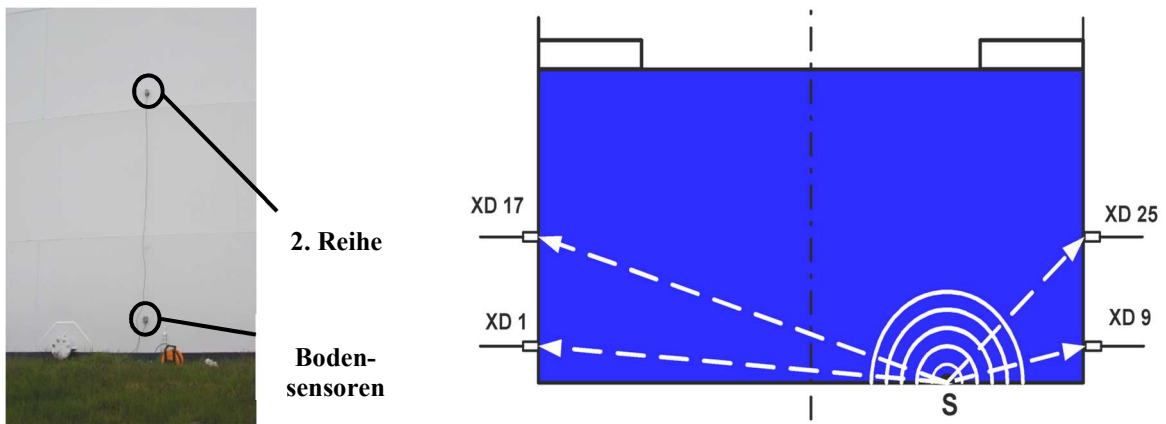


Bild 2: Sensoranordnung an einen Flachbodenlagertank entsprechend EN 15856

Korrosionsprüfung an Transportgeräten, insbesondere Schiffen

In den letzten Jahren erstreckt sich die Korrosionsprüfung auch auf Transportgeräte (Schiffe, Straßentransportfahrzeugen und Eisenbahntransportwägen). Hier konnte in 2 von der EK geförderten Projekten nicht nur die Möglichkeit der Detektion von Korrosion in Schiffen nachgewiesen werden, sondern es wurde dabei die Trennbarkeit von durch Korrosion erzeugte AE Signale von jenen welche durch Leckagen oder Rissen verursacht werden dargestellt. Dies erfolgt über eine frequenzbasierte Mustererkennungsverfahren, welches schon bei der Prüfung von Flachbodenprüfung zur Anwendung kam.

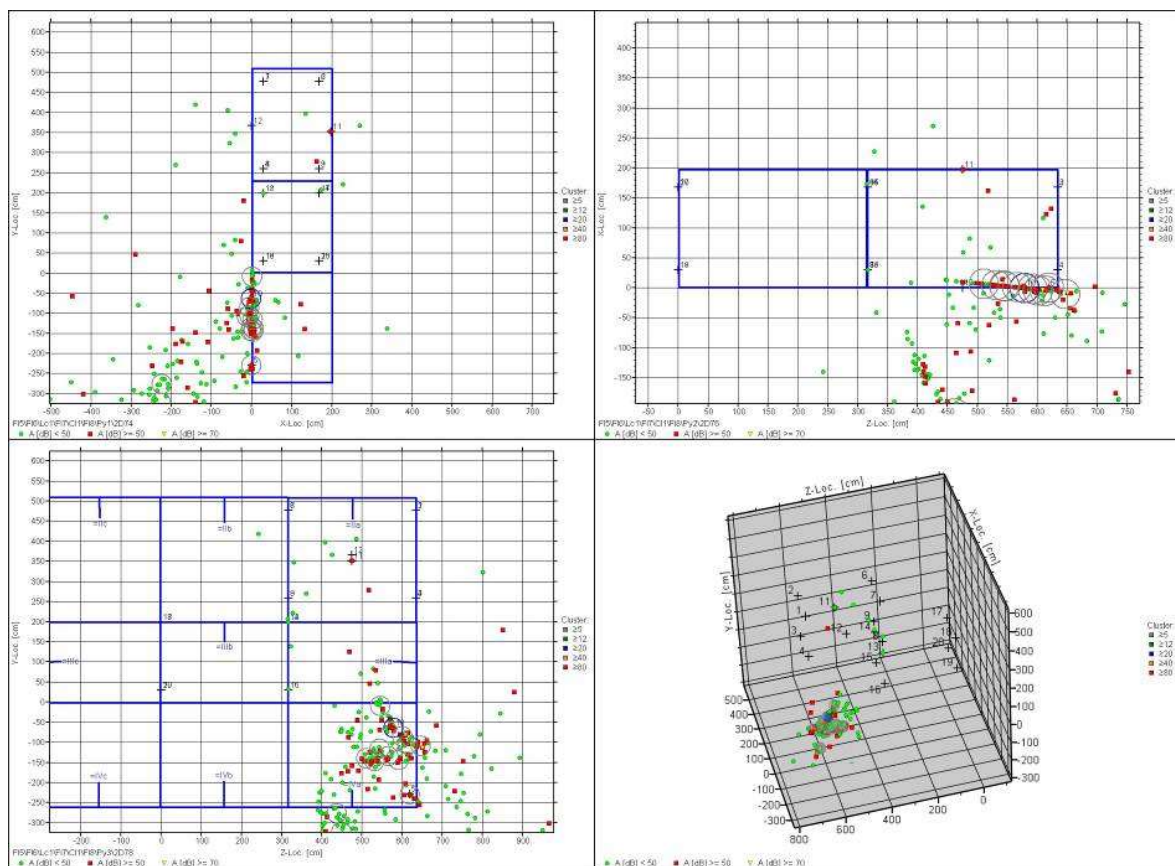


Bild 3; Beispiel für eine Ortung von AE-Quellen in einem Lagerabteil eines Tanklagerschiffes

Die Trennbarkeit zwischen Korrosion und Rissen ist insbesondere für Strukturen wichtig, die statisch (Druck, Lagerung) und/oder zyklische (Druck aber auch Biegung) belastet werden. Eine selbst außerhalb des Sensorarrays gelegene Korrosionsquelle konnte in einem Öltank eines Transportschiffes gefunden und auch geortet werden, (siehe Bild3)

Zusammenfassung

Auf Basis der grundlegenden Untersuchungen im Labor und den mehrjährigen Prüfungen ist erwiesen, dass die Korrosionsprüfung mit Schallemission möglich ist. Dies gilt für die Beaufschlagung mit Druck zur Aktivierung der AE Quellen als auch des Prozesses an sich, wobei meist primäre und sekundäre Prozesse zusammenwirken.

Insbesondere die Eigenschaft der AT größere un- bzw. schwer besichtigbare Teile von metallischen Strukturen zu prüfen, stellt einen der großen Vorteile des Verfahren dar, wenn bedenkt welche katastrophalen Folgen unentdeckte Korrosion im weiteren Betrieb haben können. Man muss sich aber von Fall zu Fall auch über Grenzen des Verfahren im Klaren sein und die Prüfabläufe danach richten.

Eine der großen Vorteile des Verfahren stellt auch dar, dass zwei sehr wichtige Anwendungsbereiche in den jeweiligen Normen festgehalten sind und dass die Prüfung auch implizit nach der Druckgeräteprüfnorm EN 14584 angewendet werden kann.

Für die Zukunft muss aber darauf hingewiesen werden, dass die AT nur die zweitbeste Lösung ist, da ein AE Monitoring im Betrieb natürlich die beste Lösung wäre und sicherlich auch in der Zukunft aufgrund der hohen Kosten, die die Korrosionsschäden verursachen mehr und mehr Anwendung finden wird.