

REM/EDS-Analyse von Rohrbelägen (Scale)

E. Kiefer*, H.-P. Meyer**

*Kiefer GeoScience Service GbR, Friedelsheim, **Meyer-Mikroanalyse, Berg

Abstract

Korrosion in Erdöl- und Erdgasförder sonden sowie Geothermieanlagen behindert mit fortschreitender Betriebsdauer die Fließgeschwindigkeit. Sie kann die Produktivität der Untertageanlagen erheblich einschränken und Workover-Maßnahmen erforderlich machen. Besonders auf der Innenwand von Steigrohren entstehen zwei Formen der Oberflächenkorrosion: Beläge (Skale), die den Rohrquerschnitt reduzieren, entstehen durch Wachstum von bis zu mehreren Zentimeter dicken Krusten aus Metalloxiden, Salzen, organischen Komponenten und mineralischen Partikeln aus dem Reservoir. Unter dem Einfluß von Strömungen und Verwirbelungen entstehen daneben Ätzgruben und Rillen in der Metalloberfläche, welche die Wandstärke von Rohren bis an die Sicherheitsgrenze reduzieren können. Korrosion entsteht durch langfristige Wechselwirkungen zwischen Rohrlegierung und Fluiden unter dem Einfluss von Temperatur, Druck, Fließgeschwindigkeit, Feststoffgehalt, Spannungspotentialen, Bakterien und Gasen. Die strukturelle und chemische Analyse von Rohrbelägen erlaubt Rückschlüsse auf deren Entstehung und zeigt technische Möglichkeiten zur Behandlung und damit zur Verlängerung der Nutzungsdauer auf. Bisher waren Untersuchungen auf Kamerabefahrungen und die Gewinnung von losen Probenfragmenten durch Scraper-Fahrten beschränkt. Dabei geht jedoch der Zusammenhang zwischen der originalen Rohrwand und dem Korrosionsbelag verloren. Ein Rasterelektronenmikroskop (REM) erlaubt die Untersuchung von Werkstücken bis zu 15 cm Länge. Damit lassen sich zusammenhängende Querschnitte der Rohrwandung mit Belag im Originalzustand gewinnen. Ein dem REM angeschlossener EDS-Detektor zeigt nicht nur die Konzentration von Haupt- und Nebenelementen, sondern auch deren räumlich Verteilung. Bis in den Mikro-Bereich lassen damit sich chemische Karten erzeugen, welche auch Rückschlüsse auf die räumliche und zeitliche Entwicklung der Beläge und in-situ Stofftransportprozesse zulassen. Voraussetzung ist eine spezifische Präparation, bei der die Rohre mit den Belägen als Kunstharzpräparat fixiert, geschnitten und schließlich im Querschnitt poliert werden. Am Beispiel von Steigrohrsegmenten aus einer Erdölförderbohrung werden die Präparation, die Untersuchungstechniken sowie Struktur und chemische Zusammensetzung von Korrosionszonen veranschaulicht. Das für die Bildgebung verwendete REM ist ein Leo 440 (Firma Zeiss), das mit einem X-Act-Detektor (Firma Oxford Instruments) ausgerüstet ist. Bei einer Anregungsspannung von 18 kV können die im Korrosionsbelag vorhandenen chemischen Elemente bis zu einem Wert von deutlich kleiner als 0,1 Prozent bei einer räumlichen Auflösung im μm -Bereich problemlos nachgewiesen werden.