

Bewertung des Korrosionsschutzes von erdverlegten Rohrleitungen: Der Einsatz von Current Magnetometry Inspection (CMI)

Von Markus Büchler, Florian Linder, Dominique Luisier und Mark Glinka

Für die Bewertung des Außenkorrosionsschutzes werden oft Fehlstellenortungen auf Rohrleitungsanlagen durchgeführt. Im Gegensatz zu der üblicherweise eingesetzten Spannungstrichtermessung bietet die Current Magnetometry Inspection (CMI) wichtige Vorteile. Für den Betreiber stellt sich die Frage in Bezug auf die Vergleichbarkeit der Verfahren. Es wurden daher Messungen sowohl mit IFO als auch CMI durchgeführt, um Rückschlüsse in Bezug auf die Übertragbarkeit der jeweiligen Messergebnisse zu gewinnen. Diese Resultate sowie eine Bewertung werden im Folgenden diskutiert.

1. Einleitung

Erdverlegte Rohrleitungen werden üblicherweise mit einem Außenkorrosionsschutz bestehend aus einer Kombination von Außenumhüllung und einem kathodischen Korrosionsschutz (KKS) vor integritätsrelevanten Wandstärkenminderungen geschützt. Die Wirksamkeit dieses KKS ist basierend auf den Vorgaben des DVGW-Arbeitsblattes GW 10 mit den Verfahren des DVGW-Arbeitsblattes GW 27, in regelmäßigen Abständen basierend auf der Messung des IR-freien Potentials ($E_{\text{IR-frei}}$) nachzuweisen. Zusätzlich sind die Vorgaben der DVGW-Arbeitsblätter GW 21, GW 28 sowie des DVGW-Beiblattes GW 28-B1 zu berücksichtigen. Die Aufgabenstellung besteht nun darin, dass die Erfassung des $E_{\text{IR-frei}}$ auf modernen Rohrleitungen aufgrund der hochwertigen Umhüllungsqualität schwierig ist. In der Folge ist der Nachweis der Einhaltung der normativen und gesetzlichen Vorgaben oft komplex. Dieser wird zusätzlich erschwert durch die gerade bei modernen Rohrleitungen oft erhöhte Wechselspannungsbeeinflussung sowie durch zusätzliche Streustrombeeinflussung [1]. Angesichts dieser Schwierigkeiten wird zum Wirkungsnachweis oft eine intensive Fehlstellenortung (IFO) basierend auf einer Spannungstrichtermessung durchgeführt. Durch Freilegung und Nachumhüllung wird ein direkter Nachweis des Korrosionszustands und die Wiederherstellung der lokalen Fehlstellenfreiheit erreicht. Dabei wird beobachtet, dass in wenigen Fällen eine Freilegung aus betrieblicher Sicht tatsächlich erforderlich war. In vielen Fällen war der KKS wirksam. Daher wird die Bewertung der Rohrleitungsintegrität oft mit Hilfe von Inline-Inspektionen (ILI) mit sogenannten Magnetflussmolchen durchgeführt. Diese liefern direkte Informationen zur Wandstärkenminderung und sind daher in der Lage, optimierte Zustandsbewertungen zu liefern und die Anzahl unnötiger Freilegungen zu reduzieren. ILI kann aber nur auf entsprechend ausgelegten Rohrleitungen im Transportnetz angewendet werden. Im Verteilnetz bzw. bei nicht molchbaren Leitungen bestehen daher bis heute keine alternativen Verfahren zur Fehlstellenortung und Freilegung. Die in Deutschland von der EMPIT GmbH entwickelte Technologie zur Bewertung der Rohrleitungsintegrität basierend auf Current Magnetometry Inspection (CMI) bietet nun

eine Alternative und innovative Möglichkeit für eine vertiefte Bewertung der Rohrleitungsintegrität und insbesondere des Korrosionsschutzes. Da der Korrosionsschutz auf elektrischen Strömen beruht, können diese mit elektromagnetischen Messungen erfasst werden. Damit ist es möglich, eine präzise Ortung der Umhüllungsfehlstellen vorzunehmen, ohne durch starke kathodische Polarisation das Risiko für Wechselstromkorrosion und Umhüllungsenthftung zu erhöhen. Weiter bietet das Verfahren prinzipiell die Möglichkeit zur Erfassung der relevanten Parameter, die für die Bewertung eines wirksamen Korrosionsschutzes an jeder Umhüllungsfehlstelle erforderlich sind. Damit birgt das Verfahren das Potenzial für eine umfassende Beschreibung der korrosionsrelevanten Eigenschaften einer Fehlstelle. Im vorliegenden Fachartikel werden das Messprinzip sowie die Felderfahrungen mit dessen Einsatz vorgestellt.

2. Die Bewertung des Korrosionsschutzes

2.1. Bisherige Verfahren

Für die Sicherstellung der Integrität von kathodisch geschützten erdverlegten Rohrleitungen kommen u. a. die IFO in Kombination mit Freilegung und Reparatur von Umhüllungsfehlstellen, die Intensivmessung sowie ILI zur Feststellung von Wandstärkenverlusten durch Korrosion zum Einsatz. Obwohl die ILI als Instrument zur Gewährleistung der Unversehrtheit von Rohrleitungen und zur Vermeidung von Korrosionsschäden weit hin anerkannt ist, ist eine große Anzahl von Rohrleitungen so konstruiert, dass eine ILI nicht möglich ist und die Rohrleitungen in der Folge als nicht molchbar klassifiziert werden. Diese Rohrleitungen können im Hinblick auf die Wirksamkeit des Korrosionsschutzes nur durch eine direkte Bewertung der äußeren Korrosion (external corrosion direct assessment, im Folgenden „ECDA“) geprüft werden. Die für die ECDA angewandten Methoden beruhen in der Regel auf dem Anschluss einer externen Spannungsquelle, mit Gleichstrom (DC) oder Wechselstrom (AC) zwischen der Rohrleitung und einem Erdungssystem. An den vorhandenen Umhüllungsfehlstellen kommt es demzufolge zu einem Stromübergang zwischen dem Elektrolyten und der Rohr-

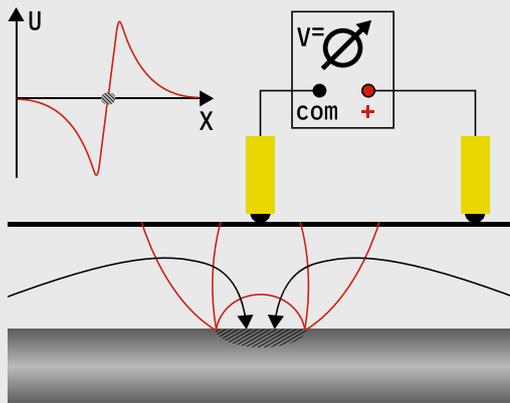


Bild 1: Schematisches Messprinzip der intensiven Fehlstellenortung (IFO), wobei das KKS-Schutzstromgerät als Stromquelle benutzt wird

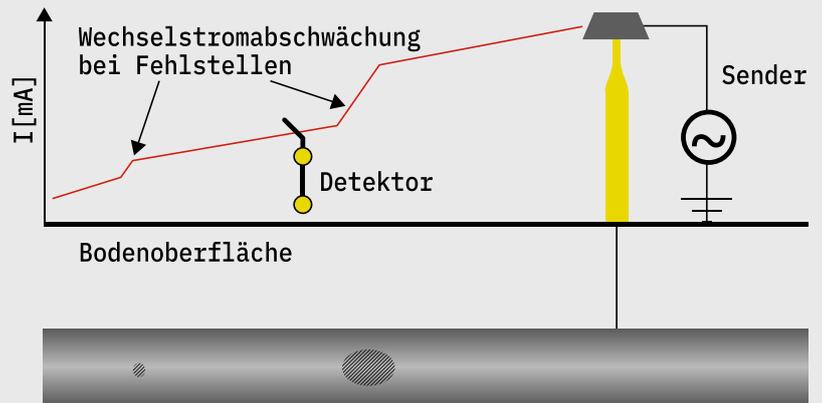


Bild 2: Schematisches Messprinzip der Wechselstromabschwächungsmessung (SAM), wobei zusätzlich zum KKS ein Sender/Signalgenerator das Wechselstromsignal auf die Rohrleitung aufbringt

leitung. Dieser Leckstrom ist mit einem Spannungsgradienten (voltage gradient „VG“) im Boden verbunden. Der Spannungsgradient kann durch Messung der Spannung zwischen zwei Elektroden, die auf der Erdoberfläche oberhalb der Rohrleitung aufgesetzt werden, leicht festgestellt werden. Je nach Art der Quelle (Wechsel- oder Gleichstrom) wird die Methode als DCVG (in Deutschland als IFO bezeichnet) oder ACVG bezeichnet. Der schematische Messaufbau ist in **Bild 1** dargestellt. Diese auf Spannungsgradienten basierenden Methoden haben erhebliche Nachteile. Der wichtigste ist, dass ein elektrolytischer Kontakt der Elektroden zum Boden erforderlich ist. Außerdem beeinflussen vergrabene metallische Komponenten den gemessenen Spannungsgradienten und führen zu fehlerhaften Ergebnissen. In einer typischen städtischen Umgebung mit asphaltierten Oberflächen und einer relevanten Anzahl vergrabener metallischer Strukturen ist die Durchführung dieser Messungen und die Interpretation der Daten eine Herausforderung. Darüber hinaus machen die zunehmend trockenen Bedingungen Spannungsgradientenmessungen schwierig oder gar unmöglich. Die Notwendigkeit des Elektrolytkontakts wird durch die Methode der Stromabschwächungsmessung (im Folgenden „SAM“ genannt) überwunden. Diese Methode beruht auf der Messung des elektromagnetischen Feldes, das durch den von dem Signalgenerator in die Rohrleitung eingespeisten Strom erzeugt wird. Der schematische Aufbau ist in **Bild 2** dargestellt. Das Feld ist proportional zum Strom in der Rohrleitung und ermöglicht daher eine Bewertung der Stromverteilung entlang der Rohrleitung. Fehlstellen lassen sich durch eine Abnahme des Stroms in der Rohrleitung identifizieren. Die Auflösung der Methode wird hauptsächlich durch die Auflösungsbeschränkungen des SAM und Größe des Leckstroms aus der Rohrleitung durch die Fehlstelle in den Boden beeinflusst. Große Leckströme können mit den heutigen SAM-Geräten leicht erkannt werden. Kleinste Fehlstellen, wie sie bei hochwertig umhüllten Rohrleitungen üblich sind, sind jedoch in der Regel nicht detektierbar. Darüber hinaus wird die SAM durch metallische Komponenten in der Nähe der Rohrleitung, die das Feld stören, erheblich beeinträchtigt, was die Erkennung von kleinsten Leckströmen gerade im urbanen Bereich stark beschränkt. Dementsprechend löst SAM die Pro-

bleme bei gepflasterten oder sehr trockenen Oberflächen, kann aber nur bei großen Fehlstellen fern von anderer erdverlegter Infrastruktur angewendet werden.

Die Identifizierung und Lokalisierung von Fehlstellen ist ein Schlüsselaspekt der ECDA, und die Zuverlässigkeit von ACVG, DCVG (oder IFO) sowie SAM wird durch äußere Bedingungen und insbesondere durch metallische Komponenten im Boden erheblich beeinträchtigt. Doch auch wenn diese Methoden unter idealen Bedingungen eine sehr hohe Zuverlässigkeit bei der Identifizierung von Fehlstellen aufweisen, liefern sie keine Informationen über die Wirksamkeit des Korrosionsschutzes. Das Vorhandensein einer Fehlstelle weist lediglich auf den Kontakt zwischen der Rohrleitung und dem Boden und damit die Möglichkeit einer Korrosion hin. Bei kathodisch geschützten Rohrleitungen verhindern aber der pH-Anstieg (Erhöhung der Alkalität) an der Stahloberfläche und die anschließende Bildung von Schutzschichten aus Eisenoxiden zuverlässig die Korrosion. Dies trifft insbesondere auf gut gebettete Fehlstellen in Sand- und/oder Kalkablagerungen zu. Diese gute Bettung und die Bildung von schützenden Oxidschichten in Form von Passivierung des Stahls als Folge des KKS tragen wesentlich zum Korrosionsschutz von Fehlstellen bei. Dementsprechend ist es im Hinblick auf einen wirtschaftlichen Rohrleitungsbetrieb nicht sinnvoll, alle Fehlstellen durch Freilegung und Beschichtungsreparatur zu beseitigen. Stattdessen ist eine Methode erforderlich, die nicht nur die Identifizierung von Umhüllungsfehlern ermöglicht, sondern weitere Informationen über die Bettungsbedingungen, das Vorhandensein von Kalziumkarbonatschichten, den pH-Anstieg, die Bildung von schützenden Oxidschichten, die Größe der Fehlstellen und deren Ausbreitungswiderstand liefert. Auf der Grundlage dieser Informationen kann eine umfassende Bewertung der Korrosionssituation vorgenommen und die Anzahl Freilegungen signifikant reduziert werden.

2.2. Beschreibung des CMI

Die neu entwickelte CMI basiert, ähnlich wie das SAM, auf Wechselströmen. Diese werden mit Hilfe eines messtechnisch KI-gesteuerten Ausgabeverfahrens und eines in der Regelung

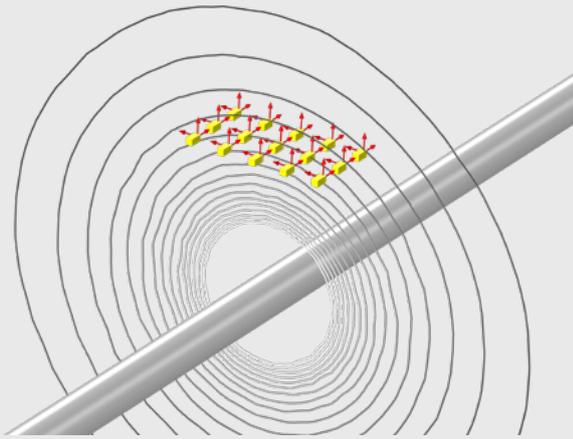


Bild 3: Das magnetische Wirbelfeld um die Pipeline wird von bis zu 70 Sensoren in drei Raumrichtungen gemessen. Hierbei wird das von einem Signalgenerator erzeugte Feld in allen drei Raumrichtungen zeitsynchron erfasst

intelligenten Signalgenerators erzeugt und folglich definiert als Mehrfrequenzsignal auf die Rohrleitung aufgebracht. Damit ergeben sich Möglichkeiten, die zu einer deutlich verbesserten Bewertung des Korrosionsschutzes herangezogen werden können. Diese können wie folgt zusammengefasst werden:

- » Der Signalgenerator liefert nicht nur eine Frequenz, sondern arbeitet mit mindestens vier Frequenzen im Bereich von 2 bis 2000 Hz. Damit kann der Ausbreitungswiderstand und

auch die Phasenverschiebung frequenzabhängig erfasst werden, was Rückschlüsse auf ohmsche und kapazitive Beiträge zum Stromfluss ermöglicht. Damit können prinzipiell Aussagen bezüglich der Bildung von schützenden Deckschichten gemacht werden.

- » Die Detektion des Magnetfeldes erfolgt nicht nur mit wenigen parallelen Sensoren. Stattdessen werden eine Vielzahl von Sensorarrays eingesetzt, die die vektoriellen Beiträge des Feldes in allen drei Raumrichtungen erfasst (**Bild 3**). Dies ermöglicht einerseits die sehr präzise 3D-Lage- und Tiefenbestimmung der Rohrleitung. Andererseits können damit auch vergleichsweise kleine Feldkomponenten senkrecht zum Rohr mit hoher Präzision bestimmt werden. Die Kombination von Kenntnis der Lage mit den nicht parallelen Feldkomponenten erlaubt die Erfassung von kleinsten Strömen, die aus der Rohrleitung in den Boden übertreten.
- » Durch die Kommunikation zwischen der Signalgenerator und dem Detektor können bei identifizierten Fehlstellen gezielt Variationen der Frequenz und der Amplitude vorgenommen werden, um weiterführende Beschreibungen der Bettungsverhältnisse und des pH-Werts im Erdreich vorzunehmen.

CMI ermöglicht es, Fehlstellen mit hoher Präzision zu identifizieren, ohne die Einschaltpotenziale stark in negative Richtung verschieben zu müssen. Im Gegensatz zu den bisherigen Messverfahren wird der Aufwand für die Stromspeisung, die Sensoren sowie die Datenspeicherung und Verarbeitung aber deutlich erhöht. Dies zeigt sich klar in der erforderlichen Ausrüstung wie sie in **Bild 4** dargestellt ist. Anstelle eines Sen-



Bild 4: Messaufbau für das CMI. Im Anhänger links ist der Signalgenerator enthalten. Die Sensorarrays sind im tragbaren Detektor (gelb) verbaut und oberhalb des Detektors ist die Starlink-Antenne zu erkennen, die die hohen Datenmengen direkt in die Cloud für die sofortige Verarbeitung sendet

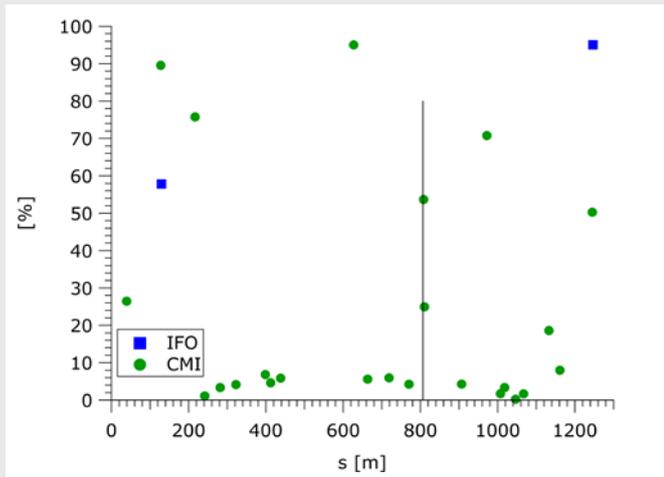


Bild 5: Ergebnisse der Fehlstellenortung mit CMI und IFO mit der Signalstärke normiert auf den höchsten Wert. Mit der vertikalen Linie bei ca. 800 m ist die Lage des Probeblechs markiert



Bild 6: Mit CMI identifizierte Fehlstellen. Links: Herausgetrennte 3LPE-Umhüllung. Rechts: Nahbereich der Fehlstelle mit enthaftelem Bereich

ders in der Größe eines batteriebetriebenen Handkoffers für SAM ist ein ganzer Anhänger erforderlich. Weiter erfordert die geometrisch definierte Anordnung der Vielzahl an Sensorarrays einen deutlich größeren Detektor. Dieser liefert exakte Positionsdaten in Bezug auf Standort, Abstand von der Bodenoberfläche und Neigung. Die Bewertung der Rohrleitung erfolgt mit einer lateralen Auflösung von 1 cm bei einer Messfrequenz von mehr als 100 kHz. Die dabei anfallenden Datenmengen werden über eine Starlink-Antenne in die Cloud zur direkten Weiterverarbeitung gesendet.

Vereinfacht ausgedrückt ist das CMI eine Weiterentwicklung von SAM, wobei sämtliche heute verfügbaren Technologien genutzt werden. Damit sollte es möglich sein, erstmals Entscheidungsgrundlagen zu schaffen, die die Anzahl an betrieblich nicht erforderlichen Freilegungen signifikant reduzieren können. Damit gehen nicht nur Kosteneinsparungen einher. Vielmehr können auch Grabarbeiten im städtischen Bereich und damit verbundene Lärmemissionen und Verkehrsbeeinträchtigungen stark reduziert werden.

3. Beobachtungen in Feldmessungen

3.1. Vergleichsmessung mit IFO und CMI

Für die Bewertung der Zuverlässigkeit der beiden Messverfahren IFO und CMI wurden auf einem Leitungsabschnitt der Transitgas AG (Bild 4) Messungen mit beiden Verfahren durchgeführt. Der Leitungsabschnitt mit Baujahr 1973 verläuft vom südlichen Rheinufer zur Station Wallbach mit einer Länge von etwa 1.433 m. Die Rohrleitung weist einen Nenndurchmesser von 36" (914,4 mm) und eine Wandstärke von 12,7 mm auf. Der Korrosionsschutz besteht aus einer Bitumentumhüllung mit einer Dicke von etwa 5,5 mm.

Das Einschaltpotenzial betrug ca. $-2 V_{CSE}$. Eine Absenkung des Einschaltpotenzials in negative Richtung wurde nicht vorgenommen, um allfällige negative Auswirkungen auf Wechselstromkorrosion oder Enthftung der Umhüllung zu

vermeiden. Zur objektiven Kontrolle der Zuverlässigkeit der beiden Verfahren wurde ein Probeblech mit 1 cm² auf ca. 80 cm Tiefe eingebaut.

Die von den Fachfirmen gelieferten Daten sind in **Bild 5** dargestellt. Es wird deutlich, dass CMI eine deutlich größere Anzahl an Fehlstellen sowie das Probeblech mit 1 cm² (vertikale Linie bei ca. 800 m in Bild 5) identifiziert hat.

Basierend auf diesen Daten kann gefolgert werden, dass die beiden Fehlstellen der IFO durch CMI bestätigt werden. Eine Vielzahl an Fehlstellen sowie das Probeblech wurden jedoch durch die IFO unter den gegebenen Messbedingungen nicht gefunden.

3.2. Erfahrungen mit Freilegungen

Die Ergebnisse in **Bild 5** zeigen die hohe Auflösung von CMI in Bezug auf die Lokalisierung von Fehlstellen ohne starke Verschiebung des Einschaltpotenzials in kathodische Richtung. Zur Überprüfung der Plausibilität der Messergebnisse wurde eine Freilegung einer Fehlstelle auf einer Rohrleitung mit 3LPE-Umhüllung in der Schweiz vorgenommen. Diese Fehlstelle wurde mit CMI identifiziert, konnte aber mit der IFO nicht bestätigt werden. Die Ergebnisse der Freilegung sind in **Bild 6** dargestellt.

Es zeigte sich, dass es sich bei der CMI-Anzeige um zwei einzelne Fehlstellen mit einer Fläche von je ca. 0,1 cm² handelte (Bild 6 links). Nach Entfernung der Umhüllung (Bild 6 rechts) wurde deutlich, dass es zu einer großflächigen Enthftung der Umhüllung mit ca. 12 cm² gekommen ist. Die geringfügigen lokalen Korrosionsangriffe, die voluminösen Korrosionsprodukte und die Enthftung der Umhüllung könnten aufgrund der verfügbaren Informationen als Wechselstromkorrosion interpretiert werden. Das visuelle Erscheinungsbild der Korrosionsstelle ist in Einklang mit den in der GW 28 B1 sowie [2] für AC-Beeinflussung beschriebenen typischen Effekte. So tritt die Korrosion bei kleinsten Fehlstellen auf, es kommt zur Bildung von voluminösen Korrosionsprodukten, es tritt eine großflächige Enthftung der Umhüllung auf, und die Angriffstiefe ist bei kleinen Fehlstellen minimal.



Bild 7: Rohrbogen im Nahbereich der Fehlstelle (beim roten Kreuz)



Bild 8: Handgeführter CMI-Detektor im Einsatz. Die roten kreisrunden Linien um die Rohrleitung illustrieren das durch den Signalgenerator erzeugte Magnetfeld

Das Auftreten von Wechselstromkorrosion in Bild 6 zeigt deutlich, dass der untersuchte Rohrleitungsabschnitt grundsätzlich durch Wechselstrombeeinflussung gefährdet sein könnte. Es wurde bereits berichtet [3], dass negativere Einschaltpotenziale den Korrosionsprozess beschleunigen können. Es ist daher aus Sicht der Rohrleitungsintegrität ideal, wenn eine hochauflösende Fehlstellenortung ohne zusätzliche Beschleunigung der Wechselstromkorrosion und der Umhüllungsenthaftung vorgenommen wird.

3.3. Weiterführende Bewertungen mit CMI

Der in Bild 2 dargestellte Aufbau ist nicht nur in der Lage, den Stromaustritt aus der Rohrleitung bei Fehlstellen zu erfassen. Vielmehr ermöglicht die kontinuierliche Messung des elektromagnetischen Feldes auch die Ortung der 3D-Lage der Rohr-

leitung sowie deren Verlegetiefe. Da die Messauflösung bei CMI sowohl in Bezug auf die Anzahl der Sensoren, die Messfrequenz, das laterale Messintervall sowie die Anwendung von mehreren Frequenzen deutlich erhöht ist, ermöglicht das Verfahren auch weiterführende präzise Bewertungen der Rohrleitungslage und -anomalien.

Die Freilegung in Bild 6 ist nicht nur aufgrund der detektierten Fehlstelle vorgenommen worden. Vielmehr wurde mit CMI ein Rohrbogen festgestellt, der aufgrund des Rohrbuchs nicht vorhanden sein dürfte. Bei der Freilegung wurde tatsächlich das Vorliegen dieser Rohrdeformation bestätigt, wie in **Bild 7** zu erkennen ist.

Die geringfügige Abweichung des Rohrs in Bild 7 zeigt deutlich die hohe Messauflösung in Bezug auf die Rohrleitungslage, die mit Hilfe von CMI als Folge der großen Anzahl an Sensorarrays sowie der hohem Messauflösung von 1 cm entlang der Rohrleitung erreicht werden kann. Diese Messungen verdeutlichen, dass CMI deutlich über die Möglichkeiten der IFO hinausgeht und weitere wichtige Informationen in Bezug auf die Bewertung der Rohrleitungsintegrität liefert. Die Erfassung der exakten Rohrlage sowie die Ermittlung der Veränderung der Lage und Geometrie über die Jahre sind nur ein wichtiger Vorteil von CMI.

Die aus Verschiebungen der Rohrlage resultierenden mechanischen Spannungen im Rohr sind mitunter bei der Umnutzung von Rohrleitungen auf den Wasserstofftransport relevant. Mit CMI ist somit die Abschätzung der mechanischen Spannung und die Ortung von Fehlstellen im Idealfall in einem Messdurchgang möglich. Damit wird es für die Betreiber möglich, kosteneffizient den Zustand der Anlage für die Transformation als ein wesentliches Element für den sicheren weiteren Betrieb mit Wasserstoff zu ermitteln und zu dokumentieren. Das Verfahren, das in **Bild 8** im Einsatz dargestellt wird, bietet in Kombination mit entsprechender numerischer Simulation die Möglichkeit der Quantifizierung des durch die Fehlstelle ins Erdreich übertretenden Stroms sowie die Berechnung des anstehenden Rohrpotenzials. Daraus lässt sich sofort der Ausbreitungswiderstand der identifizierten Fehlstellen für die verschiedenen aufgebrachten Frequenzen ermitteln. Dies ermöglicht wichtige Rückschlüsse in Bezug auf die korrosionsrelevanten Zustände an jeder Fehlstelle. Insbesondere ist es mit Hilfe dieser Methoden möglich, eine weiterführende Bewertung der großen Anzahl an identifizierten Fehlstellen vorzunehmen, ohne dass deren kostspielige Freilegung erforderlich ist. Diese Möglichkeiten des CMI werden in einem DVGW-Forschungsvorhaben, das im März 2024 gestartet wird, vertieft untersucht.

4. Schlussfolgerung

Die durchgeführten Messungen ermöglichen wichtige Schlussfolgerungen in Bezug auf die Möglichkeiten von CMI sowohl in Bezug auf die Ortung von Fehlstellen als auch für die weiterführende Bewertung der Rohrleitungsintegrität. Die diskutierten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- » CMI ermöglicht die hochauflösende Ortung von Fehlstellen auf Rohrleitungen ohne Verschiebung des Einschaltpotenzials in kathodische Richtung. Es ist somit möglich, den KKS bei optimalen Bedingungen während der Messung

aufrechtzuerhalten, was in Bezug auf den Korrosionsschutz von erheblichem Vorteil ist: Eine Erhöhung der Wechselstromkorrosionsgefährdung durch stark negative Einschaltpotenziale oder eine verstärkte Umhüllungsenthaftung kann verhindert werden.

- » Die Zuverlässigkeit in der Detektion von Fehlstellen ist bei CMI unter normalen KKS-Bedingungen deutlich höher als bei der IFO. Die detektierten Fehlstellen der CMI wurden durch die Anzeigen der IFO, in der Freilegung und mit der Messprobe bestätigt.
- » Die Anzahl an Fehlstellen, die mit Hilfe von CMI ermittelt werden, ist meist deutlich höher als jene der IFO. Aus betrieblicher Sicht mag dies ungünstig erscheinen. Da aber CMI eine weiterführende Bewertung des Korrosionszustands der Fehlstellen ermöglicht, ergeben sich aus der zuverlässigeren Fehlstellenidentifikation somit eine bessere Bewertung des Zustands des Außenkorrosionsschutzes, aber nicht notwendigerweise mehr erforderliche Freilegungen.
- » Die zusätzliche Erfassung der nahtlosen 3D-Rohrlage sowie -geometrie liefert eine wichtige Möglichkeit, Bestandsdaten zu überprüfen und digitalisierte Rohrkoordinaten zu erhalten.
- » Aus der Rohrtrajektorie können direkt Rohrverschiebungen berechnet und mechanische Spannungen abgeleitet werden, die insbesondere bei der Umwidmung der Rohrleitung auf Wasserstofftransport relevant sein können.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse ist CMI ein zuverlässiges Verfahren, das wesentliche integritätsrelevante Informationen liefert, die weit über die bloße Identifikation von Umhüllungsfehlstellen hinausreicht.

5. Literatur

- [1] M. Büchler (2020): „Wirkungsnachweis des KKS: Vorgehensweise bei hochwertig umhüllten Rohrleitungen unter kombinierter DC- und AC-Beeinflussung basierend auf den verfügbaren Regelwerken“, 3R (2020), Nr. 6, S. 50 ff.
- [2] M. Büchler, D. Joos (2016): „Die Wechselstromkorrosionsgeschwindigkeit: Die relevanten Einflussgrößen sowie deren Bedeutung für die Dauerhaftigkeit von kathodisch geschützten Rohrleitungen“, energie/wasser-praxis (2016), Nr. 4, S. 54 ff.

- [3] M. Büchler, D. Joos, C.-H. Voûte (2010): „Feldversuche zur Wechselstromkorrosion“, energie/wasser-praxis (2010), Nr. 7/8, S. 8 ff.

SCHLAGWÖRTER: Kathodischer Korrosionsschutz, Current Magnetometry Inspection, Intensivmessung, Intensive Fehlstellenortung, nicht molchbare Rohrleitungen, Fehlstellenortung, Umhüllungsfehlstellen, Rohrleitungsintegrität

AUTOREN



Dr. MARKUS BÜCHLER
Geschäftsführer
SGK Schweizerische Gesellschaft für Korrosionsschutz, Zürich, Schweiz
markus.buechler@sgk.ch



FLORIAN LINDER
Head of Technics
Transitgas AG, Wolhusen, Schweiz
linder@transitgas.ch



DOMINIQUE LUISIER
Leiter Betriebs- und Wartungsdienste,
Ingenieurwesen
Gaznat SA, Aigle, Schweiz
d.luisier@gaznat.ch



MARK GLINKA
Geschäftsführer
EMPIT GmbH, Berlin
glinka@empit.com

15. Symposium Pipelinetechnik
8. Oktober 2024, Bochum

SAVE
THE
DATE

