

Kompass im Kampf gegen Korrosion

Wie Messgeräte für die Erdöl- und Erdgasindustrie gemäß NACE-Standard ausgelegt werden

Von K. GRABENAUER*

Die Anlagen in der Erdöl- und Erdgasindustrie sind aufgrund der Prozesse etlichen Gefahren ausgesetzt. Korrosion ist eine davon. Die Frage, welche Anforderungen das Material der dort einzusetzenden Messtechnik erfüllen muss, wird von den Unternehmen in der Regel mit dem Hinweis »NACE required« beantwortet, sprich: Die Geräte sind gemäß NACE-Standard zu fertigen. Die Frage, was sich an konkreten Anforderungen hinter dieser Richtlinie verbirgt, ist längst nicht so eindeutig zu beantworten wie es scheint.

Korrosion ist ein komplexer Vorgang. Das offenbart ein Blick in die entsprechenden Foren und Blogs im Internet. Ingenieure und andere Experten diskutieren darin Fälle, die ihrer Ansicht nach eigentlich nicht hätten auftreten können. Auf die Frage nach den Ursachen tauchen oft mehrere Vermutungen auf, die alle ebenso schlüssig klingen wie die verschiedenen Lösungsvorschläge. Werkstoffe, Prozessmedien und Umgebungsparameter wie Temperatur, Druck und Feuchte reagieren in einem Wechselspiel, in dem ein falscher Zug zu Korrosion führen kann.

Mit diesem Themenkomplex beschäftigt sich seit mehr als 70 Jahren die weltweit anerkannte National Association of Corrosion Engineers, kurz: NACE. Die Organisation mit Sitz im amerikanischen Houston begann mit Überlegungen zum kathodischen Korrosionsschutz in Pipelines und beschäftigt sich mittlerweile mit jeder Form von Korrosion. Die Ergebnisse dieser Arbeiten werden als NACE-Standards veröffentlicht und regelmäßig aktualisiert.

Zwei dieser Publikationen, MR0175 und MR0103 (MR = Material Requirements) beziehen sich ausschließlich auf Prozesse in der Erdöl- und Erdgasindustrie. Beide Standards beschreiben, unter welchen Bedingungen es in der jeweiligen Umgebung zu Spannungsrissskorrosion von Metallen in Gegenwart von Schwefelwasserstoff (H_2S) kommt und mit welchen Werkstoffen einer solchen Entwicklung entgegengewirkt werden kann. In Erdgas und Erdöl als Rohprodukt ist H_2S

in unterschiedlicher Menge enthalten. Bei Vorliegen eines Mindestanteils dieser Verbindung und eines Mindestgesamt-drucks wird eine solche Mischung als »Sauer gas« bzw. »Saueröl« bezeichnet. Es sind in erster Linie die beiden genannten Standards, welche die einzusetzenden Druck- und Füllstandsmessgeräte sowie Schutzrohre betreffen. Temperaturmessgeräte brauchen deshalb nicht berücksichtigt werden, weil sie nur in Kombination mit einem Schutzrohr in die Prozesse eingebaut werden dürfen.

Die 1975 erstmals veröffentlichte MR0175 beruht auf den Bedingungen und Erfahrungen im Upstream-Bereich, also der Förderung von Erdöl und Erdgas sowie der Exploration neuer Vorkommen. Sie nennt Werkstoffe für den Einsatz in H_2S -haltiger Umgebung – man spricht allgemein von Sauer gas-umgebung –, in der es unter erhöhten Temperaturen unter anderem zu einer chlorinduzierten Spannungsrissskorrosion (Stress Corrosion Cracking oder SCC) kommen kann (Abb. 1).

2001 wurde die NACE MR0175 in die weltweit gültige Norm ISO 15156 überführt. Deren drei Teile enthalten umfassende Leitlinien zu Werkstoffen im Bereich Erdgas/Erd-



Abb. 2 Spannungsrissskorrosion an einem Edelstahlbauteil (Bild: CEphoto, Uwe Aranas)

öl aus korrosionstechnischer Sicht. ISO 15156-1 nennt Grundlagen für die Auswahl von Werkstoffen, die gegen Rissbildung beständig sind. ISO 15156-2 geht dabei auf unlegierte und niedriglegierte Stähle und Gusseisen ein, ISO 15156-3 auf hochlegierte Stähle und andere Legierungen. Dieser dritte Abschnitt entspricht der NACE MR0175.

Über viele Jahre wurde die MR0175 auf alle Bereiche der Branche angewendet. 2003 wurden die Anforderungen für die Verarbeitung der Rohstoffe in Raffinerien (Downstream-Bereich) in einem zusätzlichen Standard gesondert niedergelegt. MR0103 beschreibt die Eigenschaften der Werkstoffe bezüglich wasserstoffinduzierter Spannungsrissskorrosion (Sulfide Stress Cracking = SSC), die bei Raumtemperatur ihren größten Einfluss hat.

Falls vom Anwender nicht anders verlangt, gehen Lieferanten beim Vermerk »NACE required« von der MR0175 bzw. ISO 15156-3 als Standard aus. Dieser listet für die verschiedenen Werkstoffgruppen, je nach Anwendung, die entsprechenden Anforderungen an jeden einzelnen Werkstoff und die zugelassene Maximaltemperatur auf. Analog zu diesem »Gerüst« ordnet WIKA zum Beispiel seine Messgeräte und Schutzrohre den Anwendungskategorien »Any equipment or component«, »Instrumentation and control devices« und »Diaphragms, pressure diaphragms, pressure measuring devices and pressure seals« zu.

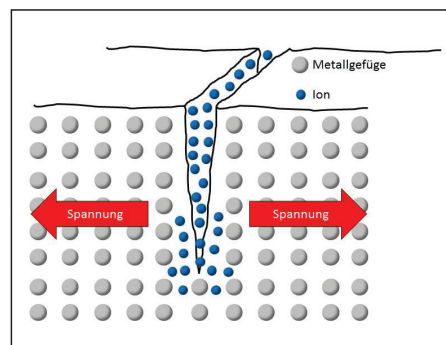


Abb. 1 Prinzip der SCC-Rissausbreitung (Bild: WIKA)

* Kai Grabenauer, WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG, Klingenberg (E-mail: Kai.Grabenauer@wika.com)

Tabelle 1 **Niedrigste maximale Einsatztemperatur gemäß »Any equipment and component« nach ISO 15156-3/NACE MR0175**

Produktgruppe	CrNi-Stahl 316L	Monel 400	Duplex 1.4462	Alloy C276	Elgiloy® 2.4711
Mechanische Druckmessgeräte	max. 120 °C ¹⁾	Keine Begrenzung	n/a	n/a	n/a
Elektrische Druckmessgeräte	n/a	n/a	n/a	n/a	Keine Begrenzung ³⁾
Druckmittler	Keine Begrenzung ²⁾	Keine Begrenzung	max. 232 °C	max. 132 °C	n/a
Füllstandmessgeräte	Keine Begrenzung max. 22 HRC	Keine Begrenzung	max. 232°C	max. 132°C max. 40 HRC (MR0175) max. 35 HRC (MR0103)	n/a
Schutzrohre	Keine Begrenzung ²⁾	Keine Begrenzung	max. 232 °C	max. 132 °C	n/a

¹⁾ Nachgewiesen über Labortest; ²⁾ Eingordnet über »Instrumentation and control device«: Stand 2009; ³⁾ Eingordnet über »Diaphragms, pressure diaphragms, pressure measuring devices and pressure seals«

Der Standard MR0103 ist inhaltlich ähnlich aufgebaut.

Gemäß ISO 15156-1/Abschnitt 5 »General principles« obliegt es dem Anlagenbetreiber, festzulegen, welches Material für seine Anwendung geeignet ist. Der Messgerätehersteller wiederum hat die Verantwortung, die geforderten Eigenschaften des Materials sicherzustellen. Die Korrosionseigenschaft der Werkstoffe hängt von den Umgebungsbedingungen (pH-Wert, Chloridgehalt, H₂S-Konzentration, Temperatur) und der Festigkeit der Metalle ab. Der ISO/NACE-Standard führt entsprechende Grenzwerte für alle Parameter auf.

Je mehr Informationen über den in Frage kommenden Prozess zur Verfügung stehen, umso besser lässt sich die Messlösung optimieren. Sind die Details der Umgebungsbe-

dingungen nicht ausreichend bekannt, legt WIKA die Einsatzbedingungen gemäß ISO 15156 unter Annahme der kritischsten Situation fest. In solchen Fällen kann daher nur die niedrigste maximale Prozesstemperatur bestätigt werden, wie in der Tabelle 1 beispielhaft veranschaulicht wird. Die Angaben beziehen sich auf die Kategorie »Any equipment and component« gemäß ISO 15156-3/NACE MR0175.

Hersteller von Messgeräten müssen sicherstellen dass die verwendeten Werkstoffe die NACE-Richtlinien erfüllen. Das ist am wenigsten aufwändig, wenn das Material mit den entsprechenden mechanischen Eigenschaften in dem Standard gelistet ist. Dieses Vorgehen wird zum Beispiel bei Schutzrohren für Temperaturmessgeräte praktiziert. Diese werden in der Regel aus einem Stangenmaterial gefertigt und gegebenenfalls in einem Prozessflansch verschweißt. Die in der NACE geforderten Werkstoffeigenschaften werden dann in den 3.1-Materialzeugnissen für die Einzelteile bescheinigt. Bei mechanischen Druckmessgeräten stößt diese Möglichkeit jedoch an ihre Grenzen. Deren Messglied, eine Bourdon-Feder, ist wegen seiner

messtechnischen Eigenschaften in der Regel aus austenitischen, kaltverfestigtem Edeltahl gefertigt. Dessen Härtewerte überschreiten jedoch das im NACE-Standard vorgeschriebene Limit. Die Qualifizierung kann aber über einen Labortest erreicht werden, die Prüfbedingungen sind im Standard formuliert. WIKA hat auf diesem Weg die Einsatzfähigkeit von Manometern aus CrNi-Stahl 316L für Sauer gasanwendungen bei einer Temperatur bis 120 °C validieren lassen. Der dazu nötige Belastungshorizont wurde mit FEM ermittelt (Abb. 3). Darüber hinaus können Messgeräte durch Betriebserfahrung qualifiziert werden, wenn sie ihre Sauer gas tauglichkeit über einen langen Zeitraum ohne Zwischenfall unter Beweis gestellt haben. Bei dieser Variante muss die Einsatztemperatur auf 60 °C beschränkt bleiben, was aber in der Praxis oft nicht ausreichen wird.

Resümee: Der ISO/NACE-Standard für Anwendungen unter Sauer gas bedingungen in der Erdöl- und Erdgasindustrie ist als Grundlage für sichere Prozessabläufe unverzichtbar. Bei der Prozessinstrumentierung könnte der Handlungsspielraum der Zulieferer vergrößert werden, wenn ihnen detailliertere Informationen über die einzelnen Umgebungsbedingungen zur Verfügung gestellt würden. Ein Beispiel: Für Nickelbasislegierungen wie HC276 in kaltverfestigtem Zustand gilt ohne solche Kenntnisse eine maximale Einsatztemperatur von 132 °C. Wüsste der Hersteller, dass im Prozess der Partialdruck H₂S < 200 kPa ist, wäre ein Höchstwert von 232 °C möglich.

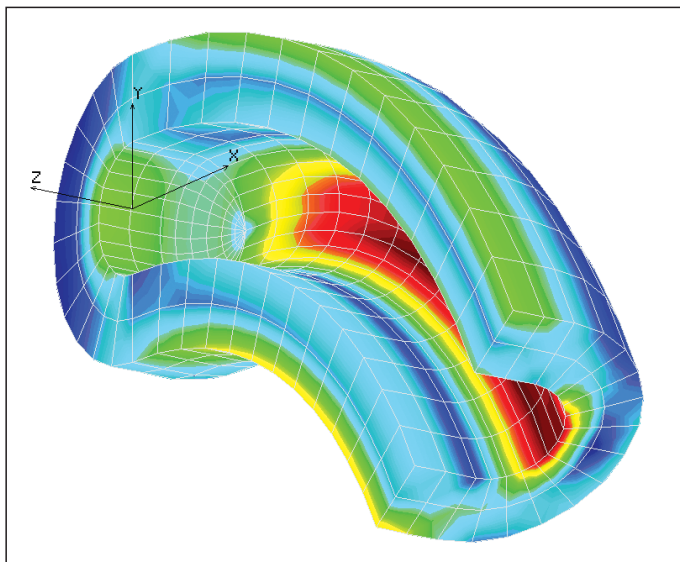


Abb. 3 FEM-Simulation einer Bourdonfeder (Bild: WIKA)