

# Integrität von Gashochdruckleitungen – Nachweis durch Einsatz geeigneter Molchtechnologien

Unter Berücksichtigung der Vorgaben des Energiewirtschaftsgesetzes [1], insbesondere §§ 1 und 49, spielt der zugleich **technisch sichere und wirtschaftliche Betrieb von Erdgasinfrastrukturen** eine große Rolle. Dementsprechend müssen sich die Betreiber immer wieder mit belastbaren Rohrnetzanalysen im Zusammenspiel mit kosteneffizienten Instandhaltungsplänen auseinandersetzen. Eine Möglichkeit zum **Nachweis der Pipelineintegrität innerhalb des DVGW-Sicherheitskonzeptes** stellt der Einsatz geeigneter Molchtechnologien dar [2]. Der Artikel bildet einen weiteren Baustein der Veröffentlichungsreihe zum Thema „Technische Sicherheit“ und stellt **verschiedene Molchtechnologien** sowie die relevanten DVGW-Regelwerke vor.

von: Anika Groos (DVGW e. V.) & Dr. Michael Steiner (Open Grid Europe GmbH)

Vor dem Hintergrund verschiedener Ereignisse, die den DVGW und seine Gremien insbesondere in seiner Rolle als Regelsetzer beschäftigen, fand am 20. Mai 2016 ein Erfahrungsaustausch unter dem Thema „Stand der Technik von Molchtechnologien“ in der DVGW-Hauptgeschäftsstelle in Bonn statt. Zu den Teilnehmern zählten sowohl Vertreter von Behörden als auch verschiedene Dienstleister, technische Überwa-

chungsorganisationen und Anwender (Abb. 1). Das Ziel dieses Expertenaustauschs bestand darin, den aktuellen Stand der Technik zu erkennen und ggf. entsprechenden Anpassungsbedarf im DVGW-Regelwerk aufzuzeigen. Eröffnet wurde der Workshop mit einem DVGW-Vortrag zum Thema „Sicherheit durch die Technische Selbstverwaltung des Gasfaches“. Hierzu wurden durch Themen wie „Einführung der Schaden- und

Unfallstatistik“, „ganzheitliches Sicherheitskonzept“ sowie die Darstellung verschiedener Ereignisse und eingeleiteter Maßnahmen die wesentlichen Eckpunkte der technischen Sicherheit des Gasfaches skizziert.

Anknüpfend wurden „systematische Maßnahmen zur Sicherung der Integrität von Gastransportleitungen am Beispiel OGE“ dargestellt. Fokussiert wurde hierbei die Vorstellung des Pipeline-Integritätsmanagementsystems (PIMS), welches eine Systematik für alle durchgeführten Untersuchungen an den Gasleitungen liefert und somit einen Teil des Sicherheitssystems darstellt. Hierbei spielt insbesondere die Inspektionmolchung von Gasleitungen eine bedeutende Rolle. Zur Veranschaulichung der verschiedenen Molchtechnologien erfolgten Vorträge zweier Dienstleister für Inspektionmolchungen.

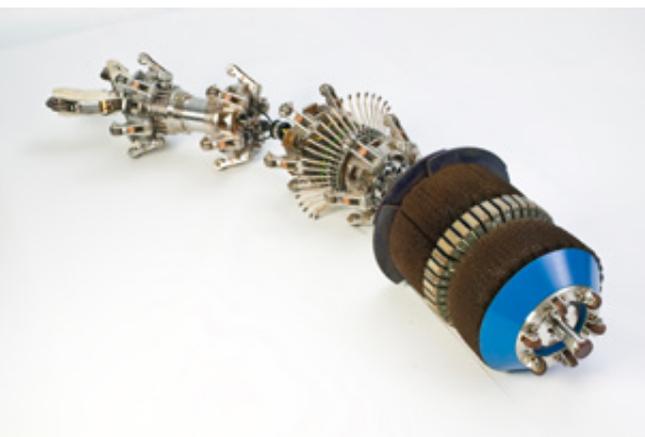
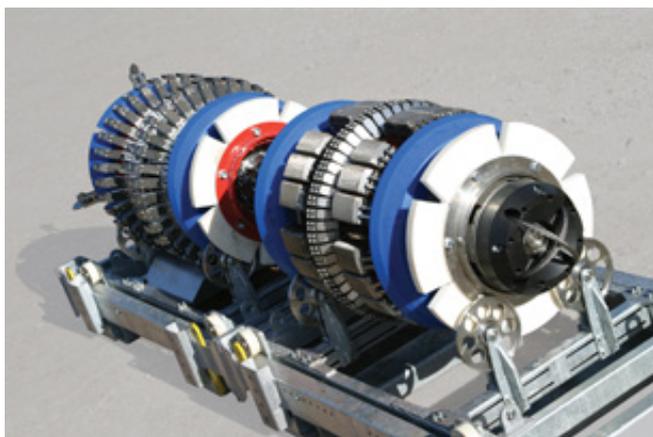
## Relevante DVGW-Regelwerke

Das DVGW-Merkblatt G 450 [3] enthält technische Hinweise zur Betriebsmolchung von Gasleitungen und wurde aufgrund von Erkenntnissen aus einem Ereignis mit dem „Festsitzen eines Molches“ in einem Projektkreis des



Quelle: DVGW

Abb. 1: Teilnehmer des Workshops „Stand der Technik von Molchtechnologien“



Quelle: Rosen, BHGE/GE PII

Abb. 2: Molchtypen verschiedener Molchfirmen

Technischen Komitees „Gastransportleitungen“ entsprechend der DVGW-Geschäftsordnung GW 100 [4] überarbeitet und im September 2017 veröffentlicht. Es gilt für die Durchführung von Molchungen, wie z. B. Reinigungs-, Lage- und Inspektionsmolchungen an in Betrieb befindlichen Gasleitungen mit der Zielsetzung der Umsetzung einer einheitlichen Vorgehensweise. Anzuwenden ist es in Verbindung mit dem DVGW-Arbeitsblatt G 466-1 „Gasleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar – Betrieb und Instandhaltung“ [5].

Im Vergleich zur Vorgängerversion hat in dem DVGW-Merkblatt G 450 eine inhaltliche Überarbeitung stattgefunden; zudem wurde ein Abschnitt, welcher die Vorgehensweisen bei Abweichungen vom Molchlaufplan beschreibt, ergänzt. Hinzugefügt wurde auch eine Musterrisikoabschätzung bei Molchungen im Anhang.

Das DVGW-Arbeitsblatt G 463 gilt für die Errichtung von Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar. Es wurde aufgrund neuer Erkenntnisse überarbeitet und die aktuelle Fassung im Juli 2016 veröffentlicht [6]. Dieses Regelwerk ist in Verbindung mit der DIN EN 1594 anzuwenden und enthält verschiedene Hinweise zur Molchung von Gasleitungen: So beschreibt beispielsweise Abschnitt 5.2, dass Gashochdruckleitungen, abgesehen von einigen Ausnahmen, grundsätzlich molchbar zu bauen sind. Weiterhin gibt dieses Regelwerk in Abschnitt 7.6 Hinweise für Geometrieprüfungen mittels Molchungen und verweist dabei auf die Berücksichtigung des nachfolgend genannten DVGW-Merkblattes G 473.

Der Betrieb und die Instandhaltung von Gasleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar werden in dem DVGW-Arbeitsblatt G 466-1 geregelt, welches sich nach erfolgreicher Überarbeitung derzeit in der Veröffentlichungsphase befindet [5]. Dieses DVGW-Arbeitsblatt verweist im Abschnitt „Inspektion“ auf die Möglichkeit, Inspektionsmolchungen durchzuführen. Es werden hier zu berücksichtigende Faktoren für die Auswahl geeigneter Molchtechnologien sowie die wichtigsten Aspekte für die Erstellung einer Verfah-

rensanweisung zur Gewährleistung einer sicheren und effizienten Molchung erläutert. Die notwendigen Zeitabstände werden in Abhängigkeit der Erfahrungen des Betreibers, Auffälligkeiten und Betriebsbedingungen festgelegt.

Das DVGW-Merkblatt G 473 beinhaltet technische Hinweise für Verfahren zum Auffinden, Bewerten, Behandeln und Vermeiden von Beulen an Gashochdruckleitungen. Es wurde erfolgreich überarbeitet und befindet sich ebenfalls in der Veröffentlichungsphase. Im Wesentlichen hat hier eine inhaltliche Überarbeitung sowie die Verkürzung der Anhänge

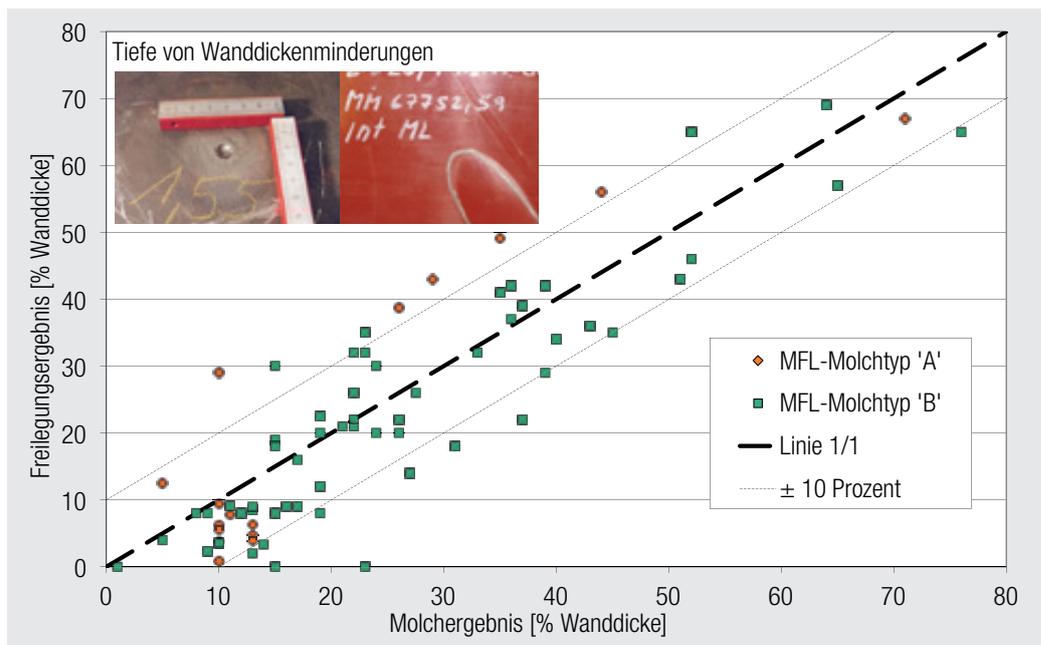
**SENSUS**  
a xylem branch

Verlässliche und exakte  
Echtzeitdaten als Schlüssel  
zum  
intelligenten Netzwerk.



Digitalisierung erleben  
Rohrleitungsforum  
Oldenburg 2018

**Abb. 3:** Vergleich von Molchangaben zu Freilegungsergebnis für die Tiefe von Wanddickenminderungen



stattgefunden. Das Merkblatt stellt verschiedene Verfahren zur Bewertung von Beulen dar und gibt zudem Hinweise zu deren Instandsetzung.

### Auswahl der Molchtechnologie

Abhängig von den Erfahrungen des Betreibers, von möglichen Auffälligkeiten oder Fehlern und von den Betriebsbedingungen der Leitungen ist festzulegen, welche Molchart für eine Inspektionsmolchung von Gashochdruckleitungen verwendet werden soll [4, 5]. So sind für die Inspektion von vorwiegend ruhend belasteten Gashochdruckleitungen folgende Molcharten üblich:

- MFL-Molch (Abb. 2),
- Geometriemolch und
- Lagemessmolch.

Im DVGW-Merkblatt G 450 sowie im DVGW-Arbeitsblatt G 466-1 wird der Einsatz „qualifizierter Molchtechnologien“ für Inspektionsmolchungen, z. B. nach API-Standard 1163 oder VdTÜV MB Rohr 1069, gefordert [8, 9]. Aufgrund der Bauart und des Messprinzips sind die unterschiedlichen Molcharten zur Detektion verschiedener Fehlstellen geeignet [10]. Bei der Inspektion mittels eines Geometriemolchs lassen sich Geometrieabweichungen wie beispielsweise Beulen, Ovalitäten oder Aufweitungen detektieren. Erfolgt hier die Inspektion mit einem Mehrkanalmolch, können nicht nur Maximalwerte, sondern auch die geometrischen Verläufe der Fehler ermittelt werden.

Bei der Inspektion durch einen MFL-Molch werden dagegen vorwiegend voluminöse Fehlstellen in der Rohrwand ermittelt. Mit diesem Molchtyp werden Wanddickenminderungen infolge von Außenkorrosion, Beschädigungen durch Dritte, Fehlstellen aus der Rohrherstellung oder Anomalien an Schweißnähten gut detektiert. Wanddickenminderungen durch Innenkorrosion können ebenfalls gefunden werden, sind allerdings bei Erdgasleitungen aufgrund des trockenen Mediums nicht üblich.

Das Ergebnis einer Inspektion durch Lagemessmolche ist im Wesentlichen die Bestimmung der Leitungslage, wobei als Ergebnis für alle Anzeigen wie etwa Schweißnähte entsprechende x-, y- und z-Koordinaten angegeben werden. Bei entsprechender Auswertung der Messwerte der Inertialen Messeinheit (IMU) können zusätzlich mögliche Bereiche mit Leitungsverschiebungen wie etwa aus Bodenbewegungen bestimmt werden.

Die Genauigkeit und Qualität der Ergebnisse von Inspektionsmolchungen ist für eine Zustandsbewertung von besonderer Wichtigkeit. Daher ist entsprechend dem DVGW-Arbeitsblatt G 466-1 diese durch beispielsweise stichprobenhafte Freilegungen oder durch den Vergleich mit bekannten Fehlstellen zu prüfen und zu bewerten. Üblicherweise werden zur Ermittlung der Genauigkeit die detektierten Messwerte mit den realen Werten aus Freilegungen verglichen. Hier werden Maße wie Detektionswahrscheinlichkeit (probability of detection, kurz POD) sowie Genauigkeit (Anzahl der Ergebnisse innerhalb der

Spezifikation) ermittelt und den Spezifikationen gegenübergestellt (Abb. 3) [11, 12]. Weitere Beispiele für die Bewertung der Molchdatengenauigkeit für Korrosionsstellen sind in [13, 14] sowie für Herstellungsfehler in [15] zu finden.

Die Ergebnisse der Inspektionsmolchung sind zur Bewertung des Leitungszustandes auszuwerten, wobei die Inspektionsdaten zur Analyse entsprechend den Methoden und Zulässigkeitskriterien nach dem Stand der Technik erfolgen müssen. Die Genauigkeit der Inspektionsdaten ist dabei zu berücksichtigen. Für die Auswertung der erhaltenen Inspektionsdaten sind im DVGW-Regelwerk Methoden und Zulässigkeitskriterien vorgegeben: In DVGW-Arbeitsblatt G 466-1 sowie in der DVGW-Studie zu Verfahren zur Bewertung von Wanddickenminderungen sind beispielsweise zahlreiche Hinweise für die Bewertung von Ergebnissen aus der MFL-Molchung gegeben [5, 16]. Weitere Bewertungsmethoden zu Korrosionsstellen, ausgeschliffenen Herstellerfehlern, Beschädigungen durch Dritte oder Schweißnahtanomalien können in [17–20] gefunden werden. Hier werden vorwiegend Verfahren aus internationalen Standards, technischen Überwachungsorganisationen oder Forschungsgesellschaften angeführt. Für die Integritätsbewertung von Beulen sowie Ovalitäten werden Kriterien für neu errichtete sowie in Betrieb befindliche Gashochdruckleitungen in den DVGW-Arbeitsblättern G 463 und G 466-1 sowie dem DVGW-Merkblatt G 473 vorgegeben.

Abschließend lässt sich festhalten, dass durch die ausgewerteten Daten, die aus einer Inspektionsmolchung resultieren, qualifizierte Aussagen über den Zustand einer Gashochdruckleitung getroffen werden können. Dementsprechend stellt der Einsatz geeigneter Molchtechnologien eine gute Maßnahme zum Nachweis der Integrität von Gashochdruckleitungen dar. Um die Abbildung des Standes der Technik im Regelwerk zu gewährleisten, werden daher Erkenntnisquellen und Ereignisse stets aufgearbeitet und neue Erkenntnisse in das DVGW-Regelwerk implementiert. ■

#### Literatur

- [1] Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz – EnWG); 7. Juli 2005.
- [2] Integrales DVGW-Sicherheitskonzept für Errichtung, Betrieb und Instandhaltung von Gashochdruckleitungen; Groos, Jagodzinski, Kurth, Steiner; energie-wasser-praxis 11/2017.
- [3] DVGW-Merkblatt G 450 „Betriebsmolchung von Gasleitungen“.
- [4] DVGW GW 100 „Tätigkeit der DVGW-Fachgremien und Ausarbeitung des DVGW-Regelwerkes“.
- [5] DVGW-Arbeitsblatt G 466-1 „Gasleitungen aus Stahlrohren für einen Betriebsdruck von mehr als 16 bar; Betrieb und Instandhaltung“.
- [6] DVGW-Arbeitsblatt G 463 „Gashochdruckleitungen aus Stahlrohren für einen Auslegungsdruck von mehr als 16 bar; Errichtung“.
- [7] DVGW-Merkblatt G 473 „Verfahren zum Auffinden, Bewerten, Behandeln und Vermeiden von Beulen an Gashochdruckleitungen“.
- [8] VdTÜV MB Rohrleitungen 1069; Richtlinie zur Qualifizierung von Messmolchen (Eignungsprüfung/Verfahrensprüfung); 5.2002.
- [9] API-Standard 1163; In-line Inspection Systems Qualification; 2013.
- [10] MFL-, Ultraschall- und EMAT-Molche für die Detektion von Leckagen in Rohrleitungen; Schneider; Erdöl Erdgas Kohle; 133 Jg. 2017; Heft 10.
- [11] Specifications and requirements for intelligent pig inspection of pipelines, Pipeline Operators Forum; www.pipelineoperators.org.
- [12] Guidance on Field Verification Procedures for In-Line-Inspection; Pipeline Operators Forum; www.pipelineoperators.org.
- [13] Vergleich verschiedener Methoden zur Korrosionsbewertung an Pipelines; Mayer, Schmidt; 3 R international (49); Heft 11 /2010.
- [14] Beurteilung von Fernleitungen auf Basis von intelligenten Molchungen; Kortenbach; 3 Rint 9/2012.
- [15] Vergleich zerstörungsfreier Rohrprüfung bei Rohrhersteller und im Betrieb – Studie der European Pipeline Research Group; gwf Gas + Energie 1/2017.
- [16] Lokale Wanddickenminderungen an in Betrieb befindlichen Gasleitungen; Konarske, Haß, Hoffmann, Soppa, Steiner; energie, wasser-praxis 4/2011.
- [17] ASME B31G; Manual for Determining the Remaining Strength of Corroded Pipelines, The American Society of Mechanical Engineers.
- [18] Recommended Practice DNV RP-F101, Corroded Pipelines; Det Norske Veritas.
- [19] EPRG Methods for Assessing the Tolerance and Resistance of Pipelines to External Damage (Part 1 & 2); Roovers, Galli, Bood, Marewski, Steiner, Zarea; 3R international, 10 – 11 & 12/1999.
- [20] The EPRG guidelines on the assessment of defects in transmission pipeline girth welds; Knauf, Hopkins; 3R international, 10 – 11/1996.

#### Die Autoren

**Anika Groos** ist Referentin für Gasinfrastrukturen in der Einheit Gastechnologien und Energiesysteme der DVGW-Hauptgeschäftsstelle in Bonn.

**Dr. Michael Steiner** ist Leiter Integrität bei der Open Grid Europe GmbH.

#### Kontakt:

Dr. Michael Steiner  
Open Grid Europe GmbH  
Gladbeckerstr. 404  
45326 Essen  
Tel.: 0201 3642-18290  
E-Mail: michael.steiner@open-grid-europe.com  
Internet: www.open-grid-europe.com

# sht 1/4