

www.szmf.de

Editorial

Verehrte Kunden und Partner, liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,

nachhaltiger Unternehmenserfolg erfordert die kontinuierliche Entwicklung unseres Produktportfolios und aller zugehörigen Prozesse. Produktinnovation überlassen wir dabei nicht dem Zufall – auch wenn systematische Stahlentwicklung überhaupt erst seit rund 100 Jahren möglich ist, als nämlich mit der Entdeckung der Röntgenstrahlen und damit der Kristallstrukturanalyse die Stahlherstellung aus dem Status der Alchemie in eine physikalische Wissenschaft transformiert wurde.

Die zahlreichen und komplexen Phänomene in modernen Stahllegierungen sind auch heute bei weitem noch nicht vollständig physikalisch erklärbar, geschweige denn modellmäßig mathematisch beschreibbar. Es liegt also noch viel Arbeit vor uns – und vor allem attraktive Chancen! Die Anzahl potenzieller neuer Stahlsorten ist aufgrund der Variation möglicher Legierungsbestandteile und Herstellungsparameter gigantisch.

Initiiert wird unser strukturierter Innovationsprozess durch Trendanalyse und Ideenfindung. Die Herausforderung besteht darin, diejenigen Innovationsideen zu finden, die sowohl zukünftige Markt-/Kundenanforderungen am besten erfüllen als auch technisch herstellbar und wirtschaftlich sinnvoll sind. Wie wir neue Ideen generieren sowie weitere Informationen zu unserem neuen Ideenmanagement lesen Sie in dieser Ausgabe der SZMF aktuell.

In der Entwicklung selbst ist ein Höchstmaß an Effizienz erforderlich. Der Trend geht massiv in Richtung computergestützte numerische Simulationen, nicht als Ersatz, sondern als Ergänzung zur experimentellen Forschung. Andererseits arbeiten wir zunehmend mit sogenannten Full-Scale-Versuchen an real dimensionierten Bauteilen, beispielsweise an unseren neuen Versuchsanlagen LiSA und ReSi (Limit State Analyzer und Resonanz Simulation) sowie unserem Warmwalzsimulator HoRST (Hot Rolling Simulation and Testing), der bis zu 400 mm dicke Bleche auswalzt und dieses Jahr mit einer State-of-the-Art-Kühlstrecke aufgerüstet wird. Erhebliche Effizienzsteigerungen versprechen wir uns auch von unserem neuen Vakuuminduktionsofen VIM (Vacuum Induction Melting). Hier können wir mit einem einzigen Abguss bis zu fünf unterschiedliche Legierungen gleichzeitig herstellen – und das sehr schnell und kostengünstig.

Da wir nicht nur Halbzeug, sondern zunehmend die Lösung spezifischer Kundenprobleme liefern, nehmen das Verhalten unserer Produkte bei der Weiterverarbeitung und die Eigenschaften eines aus unserem Material

Fortsetzung auf Seite 3

LiSA

Wie flexibel ist eine Pipeline?

Neue Rohrbiegeprüfmaschine in Duisburg – ein weiterer Schritt in Richtung Leitungssicherheit von hoch beanspruchten Pipelines aus modernen Rohrstählen.

Das Team „LiSA“ ist zufrieden (Bild 1): Die ersten elf Biegeversuche an Großrohren, seit Montage der Prüfmaschine im Januar 2012, sind durchgeführt. Die geprüften Pipeline-Rohre (sechs Spiralrohre von SMGR und vier UOE-Rohre von Europipe, je 36", sowie ein HFI-Rohr der Abmessung 24" von SMLP) zeigten gutes Verformungsvermögen. Bei gleichzeitiger Innendruckeinwirkung und zum Teil auch ohne Innendruck konnten große Biegekräfte und Biegewege aufgebracht werden, bevor die Rohre lokal einbeulten oder gar Leckagen aufwiesen.

Die Biegeversuche bei gleichzeitig aufgebrachtem Innendruck verfolgen das Ziel, das Tragverhalten von Pipeline-Rohren auch unter externen Einwirkungen, wie Biegekräfte und Krümmung, realistisch zu simulieren. Pipelines sind Erdbewegungen ausgesetzt, die in Regionen mit komplexen geologischen Gegebenheiten von großem Ausmaß sein können. Über das herkömmliche Design hinaus, das gewöhnlich nur den Festigkeitsnachweis in Umfangsrichtung bei Innendruckbelastung betrifft, erfährt die Leitung bei solch komplexen Gegebenheiten große plastische Verformungen in Axialrichtung. Die Rohre und deren Verbindungen müssen genügend Verformungsreserven besitzen, um diesen externen Einflüssen standzuhalten. Auch bei der Verlegung von Leitungen können

Fortsetzung auf Seite 2



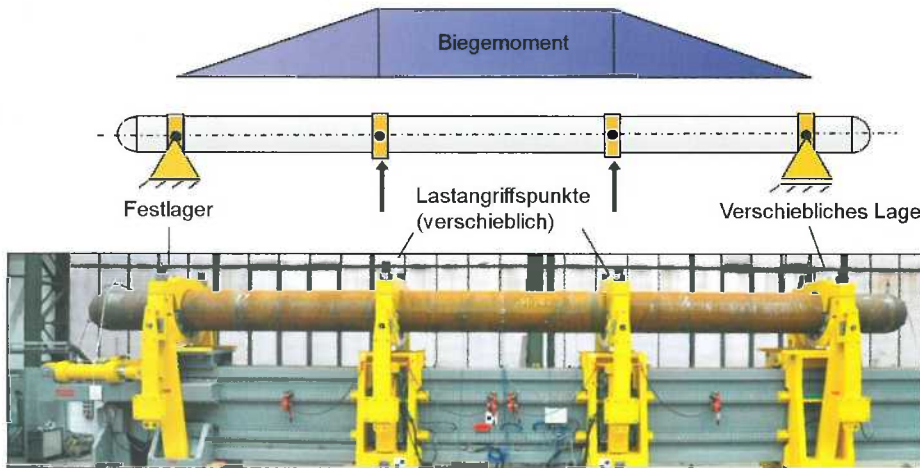
1 Team „LiSA“ (v.l.): Dr. S. Zimmermann, A. Ostermann, M. Vogel, S. Heinzen, Dr. H. Karbasian, Dr. S. Höhler (nicht abgebildet: C. Pilger)

Biegezustände mit großen Axialdehnungen auftreten, z. B. beim Reel-Laying von Offshore-Leitungen, wo Rohrstränge auf große Trommeln aufgewickelt und bei der Verlegung wieder abgewickelt werden. Weiterhin werden bei der Verlegung von Onshore-Leitungen Rohre auf der Baustelle „kalt“ gebogen, um Trassenkrümmungen der Leitungen zu erzielen. Solche Verlegezustände können mit LiSA nachgebildet werden, indem Biegung ohne Innendruck aufgebracht wird.

Dadurch kann eine Gesamt-Biegekraft von 10 MN (100 Tonnen) aufgebracht werden. Die Zylinder besitzen einen maximalen Hub von 1.100 mm.

Der maximale Auflagerabstand beträgt ca. 15,5 m. Dabei ist eines der Auflager als Festlager unverschieblich an der Unterkonstruktion montiert, während das andere Auflager und die beiden Lastebenen flexibel entlang der Rohrachse verschoben werden können. Dadurch können die

nen einerseits dazu, das Bauteilverhalten mit den Materialeigenschaften zu korrelieren. Andererseits dienen die Versuche der Weiterentwicklung der großformatigen Produkte. Durch die Verifizierung von Berechnungsmodellen (analytisch oder mit FE-Simulationen) können mit optimierten Modellen Parameterstudien erfolgen. Deren Ergebnisse lassen Rückschlüsse auf vorteilhafte Materialeigenschaften, Rohrdimensionen und Lastparameter zu (Bilder 3, 4), aber auch auf die Walzparameter und die Rohreinformung.



2 4-Punkt-Biegeversuch auf LiSA

LiSA (Limit State Analyzer) wurde von der Linde Engineering GmbH, Marienheide, Anfang 2012 in der Abteilung Bauteilsicherheit (EDIS) in Duisburg installiert. Der Versuchsstand ist ein geschweißter Stahlträger, dessen Abmessungen sich sehen lassen können. So haben die beiden Stegbleche eine Höhe von 1.800 mm und eine Dicke von 80 mm. Die beiden Flansche, jeder misst 200 mm in der Dicke, wurden in einem Arbeitsgang über eine Länge von rund 16 m bei dem Lieferanten mechanisch bearbeitet, so dass die vertikale 4-Punkt-Biegeeinrichtung (Bild 2) maßgenau eingerichtet werden kann. LiSA ist ausgestattet mit vier servohydraulischen Prüfzylindern mit je 2.500 kN Druckkraft und maximal 1.000 kN Zugkraft. Je zwei Hydraulikzylinder wirken an einem Lastangriffspunkt.

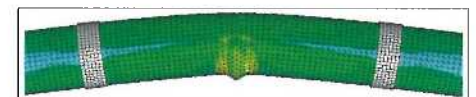
Prüfabstände je nach Rohrdimension und Versuchsanforderung gewählt werden.

Die Kapazität der Maschine (s. Kasten) reicht aus, um bei Großrohren in einer Vielzahl von Parameterkombinationen die Grenzen der Tragfähigkeit zu ermitteln. Beispielsweise können hochfeste 56"-Rohre in der Güte X100 bei hoher Innendruckauslastung und Wandstärken bis 25 mm gebogen werden.

Indem die Bauteilversuche an Rohren im Maßstab 1:1 durchgeführt werden, kann das Last-Verformungsverhalten der Rohre realistisch ermittelt und bewertet werden. Dies wäre durch Materialprüfungen (z.B. einaxiale Zug- oder Stauchprobe) allein nicht möglich. Die Ergebnisse die-



3 Gebogenes Rohr: Beulenbildung im Prüfabschnitt



4 FEM-Plot des LiSA-Versuchs: Rohr mit lokaler Beule

Die vergangenen Versuchsserien betrafen das unternehmensbereichsweite (UB Röhren) Projekt „Experimentelle Simulation von Belastungszuständen“ mit den Partnern Salzgitter Mannesmann Großrohr, Europipe und Salzgitter Mannesmann Line Pipe. Das Projekt wird in diesem Jahr fortgesetzt. Unter anderem steht die Untersuchung von Rohrabschnitten mit Rundnähten (Rohrverbindungsnaht) auf dem Programm. Das Team ist sich sicher: Dies wird eine weitere Herausforderung sein!



Dr. Susanne Höhler

Prüfeinrichtung Limit State Analyzer LiSA – Fakten:

max. Rohrlänge	ca. 15,5 m
max. Rohrdurchmesser	1.422 mm/56"
Gesamtbiegekraft	10,0 MN (4 Zylinder)
max. Zylinderhub	1.100 mm

- Flexible Positionierung der Auflager- und Lastpunkte entlang der Rohrachse
- Weggesteuerte Versuchsdurchführung
- Innendruck durch Wasserfüllung