

Abschätzung von

Äußeren Lasten auf Rohrleitungen mit geklebter Verbindung als Ersatz für Rundschweißnähte

Es sollen zwei Rohrleitungsgeometrien mit spezifischem Anwendungsfokus berücksichtigt werden. Gemäß schriftlicher Mitteilung von Herrn Dr. Brauer (Mannesmann-Fuchs-Rohr) stehen folgende Abmessungen für das Untersuchungsprogramm zur Verfügung:

- $D_a \times t = 114.3 \times 5.0$ mm für die Verteilung von Wasser bzw.
- $D_a \times t = 508.0 \times 8.8$ mm für den Transport von Wasser, Wärme und Gas

Folgende Randbedingungen werden bei der Ermittlung von auf Rohrleitungen einwirkenden äußeren Lasten berücksichtigt. Gasleitungen im Verteilerbereich (hier $D_a \times t = 114.3 \times 5.0$ mm) werden grundsätzlich nur bei Betriebsdrücken $p \leq 16$ bar eingesetzt. Gastransportleitungen im Regionalbereich werden gewöhnlich bei Betriebsdrücken $p \leq 40$ bar betrieben. Bei der Verlegung und dem planmäßigen Betrieb von Rohrleitungen entstehen Belastungen, die in zwei Kategorien, so genannte Lastfälle, zusammengefasst werden können:

- Lastfall 1 „Innendruck“: statischer Innendruck bewirkt bei einer eingedetzten Leitung nicht nur eine Umfangsspannung σ_φ im Rohr, sondern auch eine Spannung $\sigma_x = 0.3\sigma_\varphi$ in axialer Richtung. Im Rahmen des Projekts wird konservativ $\sigma_x = 0.5\sigma_\varphi$ angenommen. Die Höhe der sich einstellenden Spannungen hängen unmittelbar von dem angestrebten Betriebsdruck (hier $p \leq 16$ bar bzw. $p \leq 40$ bar) ab.¹
- Lastfall 2 „Montage“: beim Verlegen von Rohrleitungen werden zunächst einige hundert Meter bzw. einige Kilometer Rohrstrang hergestellt. Dieser wird dann mit Seitenbaumtraktoren in den für die Leitung vorgesehenen Graben gehoben. Dabei entstehen sowohl Biegemomente als auch Normalkräfte in der Leitung.

Die aus den beiden Lastfällen resultierenden Lasten sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengefasst. Die bei der Erprobung der Rohrverbindung anzusetzenden Drücke, Normalkräfte und Momente sind den nominellen Werten gegenüber um den Faktor 1.5 erhöht und durch den Index „Erprobung“ gekennzeichnet. Dieser Faktor erscheint sinnvoll, da die Untersuchungen zunächst Mittelwerte des Bauteilwiderstands hervorbringen und etwaige Streuungen abgedeckt werden müssen.

¹ Bei der ersten Projektbesprechung wurde beschlossen, dass die Qualifizierung bzw. die Einführung geklebter Verbindungen zunächst auf Drücke $p \leq 16$ bar begrenzt werden sollte. Im Rahmen des Projektes sollte die Erprobung der Abmessung 508.0×8.8 mm im Hinblick auf die spätere Anwendung im Gastransportbereich aus strategischen Gründen bereits für höhere Betriebsdrücke durchgeführt werden.

Tabelle 1: Lasten infolge Innendruck

Rohrabmessung Da x t	Lastfall 1: Innendruck			
	Innendruck		Normalkraft aus Innendruck	
114.4 mm x 5.0 mm	p_{Betrieb} [bar]	16	$N_{x,\text{Betrieb}}$ [kN]	15,7
	$p_{\text{Erprobung}}$ [bar]	24	$N_{x,\text{Erprobung}}$ [kN]	23,6
508.0 mm x 8.8 mm	p_{Betrieb} [bar]	40	$N_{x,\text{Betrieb}}$ [kN]	797,0
	$p_{\text{Erprobung}}$ [bar]	60	$N_{x,\text{Erprobung}}$ [kN]	1195,0

Tabelle 2: Lasten infolge Verlegung

Rohrabmessung Da x t	Lastfall 2: Verlegung der Rohrleitung			
	Biegemoment		Normalkraft	
114.4 mm x 5.0 mm	$M_{\text{Verlegung}}$ [kN m]	12,7	$N_{x,\text{Verlegung}}$ [kN]	416,0
	$M_{\text{Erprobung}}$ [kN m]	19,0	$N_{x,\text{Erprobung}}$ [kN]	624,0
508.0 mm x 8.8 mm	$M_{\text{Verlegung}}$ [kN m]	476,3	$N_{x,\text{Verlegung}}$ [kN]	3350,0
	$M_{\text{Erprobung}}$ [kN m]	714,5	$N_{x,\text{Erprobung}}$ [kN]	5025,0