

IBNi Ingenieurbüro Nickel GmbH · Logebachstraße 4 · 53604 Bad Honnef

Stadt Duisburg
 Frau Kathrin Schmitz
 Hoist Hochhaus
 Friedrich-Wilhelm-Str. 96
 47051 Duisburg
 Per Mail: Kathrin.Schmitz@stadt-duisburg.de

Toni Dahmen
 BU IBNi
 23/017/N1
 T +49 2224 9733-15
 F +49 2224 9733-41
dahmen@ibni.de
 2023-06-14

Internationale Gartenausstellung in der Metropole Ruhr (IGA 2027) / Kultushafen, Dachsstraße

Querung der Sauerstoff-Fernleitung FL002, DN200 und FL002, DN250 der Air Liquide Deutschland GmbH (ALD GmbH)

Statischer Nachweis der Produktenrohre gem. VdTÜV-Merkblatt 1063

Sehr geehrte Damen u. Herren,

im Jahr 2027 wird in der Metropole Ruhr die Internationale Gartenausstellung (IGA2027) mit mehreren sogenannten eintrittspflichtigen „Zukunftsgärten“ stattfinden. Duisburg ist einer dieser Veranstaltungsorte. Hier wird der RheinPark in Duisburg-Hochfeld Schauplatz des Geschehens sein. Als neuer Beitrag wird der teilweise noch gewerblich genutzte Kultushafen in Teilbereichen in einen öffentlichen Freiraum umgewandelt.

Im Rahmen der Arbeiten zur Umgestaltung des Kultushafens werden die Fernleitungen FL002, DN200 und LF002, DN250 der Air Liquide Deutschland GmbH im Bereich der Dachsstraße temporär während der Bau- maßnahme durch Baufahrzeuge und dauerhaft durch Sattelzüge eines Transportunternehmens / Spediteurs überfahren.

Da oberhalb der Leitungen Schwerlastverkehr geplant ist, muss sichergestellt sein, dass eine Beeinträchtigung der Sauerstoff-Fernleitung durch Baufahrzeuge ausgeschlossen ist.

Seitens des AG wurden uns folgende Unterlagen zur Verfügung gestellt:

- Luftbild Kultushafen
- Ausschnitt Lageplan Kultushafen
- Bestands Lageplan / Höhenplan Kultushafen, DN 200, Plan-Nr. 813-LP3, M. 1:500 bzw. 1:500/100, Stand 26.06.2013
- Bestands Lageplan / Höhenplan Kultushafen, DN 250, Plan-Nr. 813-LP3, M. 1:500 bzw. 1:500/100, Stand 27.06.2013
- Rohrleitungskennndaten gemäß Ihrer Mail vom 14.02.2023
- Bodengutachten der Geokom aus 46539 Dinslaken vom 09.06.2023
- Ausbauplanung der Stadt Duisburg „Regelquerschnitte der Erschließungsstraße“, Schnitt 1 – 3, M. 1:25, Stand 02.06.2023

IBNi Ingenieurbüro Nickel GmbH
 Logebachstraße 4
 D-53604 Bad Honnef

Tel.: +49 2224 9733 0
 Fax: +49 2224 9733 41
info@ibni.de
www.ibni.de

Bankverbindung:
 Volksbank Köln Bonn eG
 IBAN: DE31 3806 0186 5700 3800 27
 SWIFT (BIC): GENO DE D1 BRS

UST-IDNR: DE123369299
 Amtsgericht Siegburg HRB-Nr. 6724
 Sitz der Gesellschaft: Bad Honnef, Logebachstr. 4
 Geschäftsführung: Werner Limbach, Dr. Jochen Röhm
 Klassifizierung: vertraulich

- Gemäß den Angaben der ALD GmbH liegt die Rohrüberdeckung für die FL002; DN200 bei 0,50 m – 0,60 m und für die FL002, DN250 bei 1,25 m – 1,47 m
- Entsprechend der Ausbauplanung der Stadt Duisburg liegt die geplante Rohrüberdeckung für die FL002; DN200 bei 0,78 m – 1,40 m und für die FL002, DN250 bei 0,78 m – 1,71 m

Die zugehörigen Nachweise erfolgen gem. VdTÜV-Merkblatt 1063. Für die Sauerstoff-Fernleitungen FL002, DN 200 und FL002; DN250 wurden uns Seitens der ALD GmbH folgende Ausgangsdaten genannt:

FL002, DN 200	max. Betriebsdruck 60 bar (derzeit ca. 35 bar)	RSt 35.8,	219,1mm x 4,1mm
FL002, DN 250	max. Betriebsdruck 60 bar, (derzeit ca. 35 bar)	RSt 37-2,	273,0mm x 7,1mm

Berechnungsansätze

Folgende Ansätze wurden gewählt:

- Es wird eine Wandstärken-Minderung aufgrund zulässiger Hersteller-Toleranzen berücksichtigt. Nach der zum Zeitpunkt der Rohrfertigung gültigen Norm DIN 10208 (1996) wird eine Wandstärkentoleranz von 0,5 mm angesetzt => Berechnungswanddicke = Nennwandstärke – 0,5.
- Für die anstehenden Bodenverhältnisse wurde ein Bodengutachten durch die Geokom, Kirchstr. 79A, 46539 Dinslaken mit Datum vom 09.06.2023 erstellt. Aufgrund des anstehenden Baugrundes wird der Baugrund nach ATV-DVWK-A 127 in die Gruppe 1 bis 2 (G1 / G2) „Nichtbindige Böden (G1)“ bis „Schwach bindige Böden (G2)“ eingeteilt. Die zugehörigen Bodenkennwerte wurden aus dem Gutachten übernommen.
- Für die Straßenverkehrslast (Radlasten, Radaufstandsflächen u. Achsstände) wird DIN EN 1991- 2 – Lastmodell LM1 – zugrunde gelegt.
- Für den Nachweis nach VdTÜV wurde die jeweilige ungünstigste Rohrüberdeckung angesetzt, welches der Mindestüberdeckung entspricht, egal ob es sich um die Überdeckung im Bestand oder im späteren Ausbauzustand handelt.

Ergebnisse

Tab. 1: Nachweis nach VdTÜV-Merkblatt 1063

FL	Min.- Überdeckung	Nennwandstärke / Bemessungswand- stärke	Betriebsdruck	Streckgrenze N/mm ²	Spannung im Rohr N/mm ²
FL002 DN 200	0,50	4,1 mm / 3,6 mm	max. 35 bar	235	212,16
FL002 DN 250	0,78	7,1 mm / 6,6 mm	max. 60 bar	235	225,56

Die FL002, DN200 und die FL002, DN250 werden durch den Baustellenverkehr nicht gefährdet, solange die Rohrüberdeckung die in die Berechnung eingeflossene Mindestüberdeckung von >0,50 m (DN200) bzw. >0,78 m (DN250) nicht unterschreitet. Da im Bestand die Mindestüberdeckung bei der FL002, DN200 nur 0,50 m beträgt, sollte aber zum Schutz der Leitungen während der Baumaßnahme im Bereich der Leitungskreuzungen die Überdeckung z. B. durch das großflächige Andecken von Schotter auf 0,80 m erhöht und

zusätzlich lastverteilende Maßnahmen wie z. B. Baggermatratzen oder Stahlplatten im Kreuzungsbereich vorgesehen werden. Grundsätzlich muss vermieden werden, dass die Rohrüberdeckung bei ungünstigen Witterungsbedingungen z. B. durch das Entstehen von Fahrspuren durch Baufahrzeuge verringert wird, so dass z. B. Baggermatratzen oder Stahlplatten im Kreuzungsbereich zur Lastverteilung ausgelegt werden sollten. Eine weitere Voraussetzung ist die Einhaltung des Betriebsdrucks von max. 35 bar bei der Leitung FL002, DN200 bzw. max. 60 bar bei der Leitung FL002, DN250.

Die Leitung kann unter den vor genannten Bedingungen somit weiter betrieben werden.

Mit freundlichen Grüßen

IBNi Ingenieurbüro Nickel GmbH

i.A. 

Anlage:
Berechnung gemäß VdTÜV-Merkblatt 1063
Luftbild Kultushafen
Ausschnitt Lageplan Kultushafen

Verteiler:
Stadt Duisburg, Frau Kathrin Schmitz, per Mail: Kathrin.Schmitz@stadt-duisburg.de
z. d. A.

Internationale Gartenausstellung in der Metropole Ruhr (IGA 2027) - Kultushafen

Querung der Sauerstoff-Fernleitung FL002, DN200
der Air Liquide Deutschland mbH

Rohrstatik

VdTÜV-Merkblatt 1063

DN 200

Ausgangsdaten:

Werkstoff:	RSt 35.8
Innendruck:	35,0 bar
Überdeckung:	0,50 m
Bodenart:	GU/GI/GW
Bodenwichte γ :	21,00 kN/m ³
Lastbild:	LM1 nach DIN-Fachbericht 101 (=SLW60)
vorh. Streckgrenze:	235,00 N/mm ²
vorh. Wandstärke s:	4,10 mm

Aufgestellt am: 14.06.2023
IBNi Ingenieurbüro Nickel GmbH

iA. 

1. Rohrdaten

	DN 200	
Durchmesser -d _a -	219,10 mm	
Wanddicke -s-	4,10 mm	
Bemessungswandstärke -s _b -	3,60 mm	Nennwandstärke 4,1 mm abzüglich Tolleranz von 0,5 mm (s. EN 10208)
Mittlerer Rohrradius -r _m -	107,50 mm	
Innen Rohrradius -r _i -	105,45 mm	
Wertigkeit der Schweißnaht	1,00	
Werkstoff	RSt 35.8	
Streckgrenze R _{t0,5}	235,00 N/mm ²	
E-Modul (Stahl)	210.000,00 N/mm ²	
Sicherheitsbeiwert -S-	1,60	
Zuschlag zum Ausgleich der zul. Wanddicken-Unterschreitung c ₁ :	0,000 mm	n. DIN EN ISO 3183 (2013-03) (c ₁ = 0 da vorh. Rohr)

2. Basisdaten

Verkehrslast	Baustraße (LM1)	Lastbild LM1 nach DIN-Fachbericht 101
Erdüberdeckung -H-	0,50 m	Vorgabe AG
Rohrgrabenbreite -B _g -	0,38 m	nach DWA-A 161 (B _g = d _a x √3)
Bodenart	GU/GI/GW	Bodengruppe G1/2 (gemäß Bodengutachten der Geokom aus 46539 Dinslaken vom 09.06.2023)
Wichte des Bodens γ	21,00 kN/m ³	
Reibungswinkel φ	30,00 °	Bodenkennwerte gemäß Bodengutachten der Geokom aus 46539 Dinslaken vom 09.06.2023
E-Modul Boden	20,00 N/mm ²	
Innendruck	35,00 bar = 3,50 N/mm ²	
Unterdruck	0,00 bar = 0,00 N/mm ²	

3. Lastannahmen

Erdauflast

-> Steifigkeitskriterium -n-: 1,7167

-> s/da 0,0187

-> H/Bg 1,32

Abminderungsfaktor Erdauflast -A- 1,00 n. VdTÜV M. 1063, Bild 2 und Pkt. 3.1.2

Belastung durch den Boden -q₁- 10,50 kN/m² = 0,011 N/mm²

Verkehrslast

-> Flächenpressung -p_v- 0,0720 N/mm² n. DWA-A 161, Bild 4 (inkl. Stoßbeiwert)

Verkehrslast -q₂- 0,0720 N/mm²

Gesamte Pressung in Rohrscheitelhöhe

q = q₁ + q₂ = 0,0825 N/mm²

Seitlicher Erddruck

Erddruckbeiwert λ 0,70 n. VdTÜV M. 1063, Abs.3.4

4. Nachweise

4.1 Lastfall 1 - Innendruck

Berechnung der erforderlichen Wanddicke -s-

$$s_v = 2,611 \text{ mm}$$

$$s = s_v + c_1 = 2,611 \text{ mm}$$

Nachweis der Wandstärken

$$s_{\text{vorh.}} = 3,600 \text{ mm}$$

$$s_{\text{erf.}} = 2,611 \text{ mm} \quad \text{erfüllt}$$

4.2 Lastfall 2 - Erdlast und Verkehrslast

$$s/da: 0,019 > 0,01$$

$$H: 0,500 \text{ m} \rightarrow \text{Nachweis erforderlich}$$

$$\sigma_{\text{max d}}: -26,979 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{max z}}: 22,326 \text{ N/mm}^2$$

Nachweis der Sicherheitsbeiwerte

$$S_d: 8,711 > 1,1 \quad \text{erfüllt}$$

$$S_z: 10,526 > 1,1 \quad \text{erfüllt}$$

$$\text{Relative Durchmesseränderung: } 0,21\% < 3\% \text{ zulässig}$$

4.3 Lastfall 3 - Erdlast, Verkehrslast, Innendruck

wirksamer Innendruck bei äußerer Auflast p_1 :	3,422	N/mm ²
Beiwert für den aktiven Erddruck λ_a :	0,333	
Reduktionsfaktor für den Erddruck f_k :	2,571	
Krit. Beuldruck p_K :	2,167	N/mm ²
α :	0,437	
$\sigma_{\max z}$:	51,775	N/mm ²
N/F:	100,332	N/mm ²
M/W:	56,059	N/mm ²

Nachweis

$$1,5 \times N/F + 1,1 \times M/W = 212,16 < 235,00 \quad \text{N/mm}^2 \quad \text{erfüllt}$$

4.4 Lastfall 4 - Rohrbeulung

wirksamer Innendruck bei äußerer Auflast p_1 :	-0,078	N/mm ²
---	--------	-------------------

Der Beuldruck p_K (s.o.) bietet eine Beulsicherheit S_K von

$$S_K: \quad 27,814 > 2,5 \quad \text{erfüllt}$$

Während der Baumaßnahme muss sicher gestellt werden, dass die Rohrüberdeckung, die in der Berechnung berücksichtigt wird, immer gewährleistet ist. So ist u. a. bei ungünstigen Witterungsbedingungen die Entstehung von Fahrspuren durch Baufahrzeuge z. B. durch Baggermatratzen oder Stahlplatten zu vermeiden.

Internationale Gartenausstellung in der Metropole Ruhr (IGA 2027) - Kultushafen

Querung der Sauerstoff-Fernleitung FL002, DN250
der Air Liquide Deutschland mbH

Rohrstatik

VdTÜV-Merkblatt 1063

DN 250

Ausgangsdaten:

Werkstoff:	RSt 37-2
Innendruck:	60,0 bar
Überdeckung:	0,78 m
Bodenart:	GU/GI/GW
Bodenwichte γ :	21,00 kN/m ³
Lastbild:	LM1 nach DIN-Fachbericht 101 (=SLW60)
vorh. Streckgrenze:	235,00 N/mm ²
vorh. Wandstärke s:	7,10 mm

Aufgestellt am: 14.06.2023
IBNi Ingenieurbüro Nickel GmbH

i.A. 

1. Rohrdaten

	DN 250	
Durchmesser -d _a -	273,00 mm	
Wanddicke -s-	7,10 mm	
Bemessungswandstärke -s _b -	6,60 mm	Nennwandstärke 7,1 mm abzüglich Tolleranz von 0,5 mm (s. EN 10208)
Mittlerer Rohrradius -r _m -	132,95 mm	
Innen Rohrradius -r _i -	129,40 mm	
Wertigkeit der Schweißnaht	1,00	
Werkstoff	RSt 37-2	
Streckgrenze R _{t0,5}	235,00 N/mm ²	
E-Modul (Stahl)	210.000,00 N/mm ²	
Sicherheitsbeiwert -S-	1,60	
Zuschlag zum Ausgleich der zul. Wanddicken-Unterschreitung c ₁ :	0,000 mm	n. DIN EN ISO 3183 (2013-03) (c ₁ = 0 da vorh. Rohr)

2. Basisdaten

Verkehrslast	Baustraße (LM1)	Lastbild LM1 nach DIN-Fachbericht 101
Erdüberdeckung -H-	0,78 m	Vorgabe AG
Rohrgrabenbreite -B _g -	0,47 m	nach DWA-A 161 (B _g = d _a x √3)
Bodenart	GU/GI/GW	Bodengruppe G1/2 (gemäß Bodengutachten der Geokom aus 46539 Dinslaken vom 09.06.2023)
Wichte des Bodens γ	21,00 kN/m ³	
Reibungswinkel φ	30,00 °	Bodenkennwerte gemäß Bodengutachten der Geokom aus 46539 Dinslaken vom 09.06.2023
E-Modul Boden	20,00 N/mm ²	
Innendruck	60,00 bar = 6,00 N/mm ²	
Unterdruck	0,00 bar = 0,00 N/mm ²	

3. Lastannahmen

Erdauflast

-> Steifigkeitskriterium -n-: 0,6253

-> s/da 0,0260

-> H/Bg 1,65

Abminderungsfaktor Erdauflast -A- 1,00 n. VdTÜV M. 1063, Bild 2 und Pkt. 3.1.2

Belastung durch den Boden -q₁- 16,38 kN/m² = 0,016 N/mm²

Verkehrslast

-> Flächenpressung -p_v- 0,0637 N/mm² n. DWA-A 161, Bild 4 (inkl. Stoßbeiwert)

Verkehrslast -q₂- 0,0637 N/mm²

Gesamte Pressung in Rohrscheitelhöhe

q = q₁ + q₂ = 0,0801 N/mm²

Seitlicher Erddruck

Erddruckbeiwert λ 0,70 n. VdTÜV M. 1063, Abs.3.4

4. Nachweise

4.1 Lastfall 1 - Innendruck

Berechnung der erforderlichen Wanddicke -s-

$$s_v = 5,576 \text{ mm}$$

$$s = s_v + c_1 = 5,576 \text{ mm}$$

Nachweis der Wandstärken

$$s_{\text{vorh.}} = 6,600 \text{ mm}$$

$$s_{\text{erf.}} = 5,576 \text{ mm} \quad \text{erfüllt}$$

4.2 Lastfall 2 - Erdlast und Verkehrslast

$$s/da: 0,026 > 0,01$$

$$H: 0,780 \text{ m} \rightarrow \text{Nachweis erforderlich}$$

$$\sigma_{\text{max d}}: -12,441 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{max z}}: 9,395 \text{ N/mm}^2$$

Nachweis der Sicherheitsbeiwerte

$$S_d: 18,889 > 1,1 \quad \text{erfüllt}$$

$$S_z: 25,013 > 1,1 \quad \text{erfüllt}$$

$$\text{Relative Durchmesseränderung: } 0,06\% < 3\% \text{ zulässig}$$

4.3 Lastfall 3 - Erdlast, Verkehrslast, Innendruck

wirksamer Innendruck bei äußerer Auflast p_1 :	5,924	N/mm ²
Beiwert für den aktiven Erddruck λ_a :	0,333	
Reduktionsfaktor für den Erddruck f_k :	2,571	
Krit. Beuldruck p_K :	7,058	N/mm ²
α :	0,232	
$\sigma_{\max z}$:	84,993	N/mm ²
N/F:	116,203	N/mm ²
M/W:	46,592	N/mm ²

Nachweis

$$1,5 \times N/F + 1,1 \times M/W = 225,56 < 235,00 \quad \text{N/mm}^2 \quad \text{erfüllt}$$

4.4 Lastfall 4 - Rohrbeulung

wirksamer Innendruck bei äußerer Auflast p_1 :	-0,076	N/mm ²
---	--------	-------------------

Der Beuldruck p_K (s.o.) bietet eine Beulsicherheit S_K von

$$S_K: \quad 93,347 > 2,5 \quad \text{erfüllt}$$

Während der Baumaßnahme muss sicher gestellt werden, dass die Rohrüberdeckung, die in der Berechnung berücksichtigt wird, immer gewährleistet ist. So ist u. a. bei ungünstigen Witterungsbedingungen die Entstehung von Fahrspuren durch Baufahrzeuge z. B. durch Baggermatratzen oder Stahlplatten zu vermeiden.

Dieser Ausdruck wurde mit TIM-online (www.tim-online.nrw.de) am 30.11.2022 um 07:41 Uhr erstellt.

Land NRW (2022) - Lizenz dl-de/zero-2-0 (www.govdata.de/dl-de/zero-2-0) - Keine amtliche Standardausgabe. Für Geodaten anderer Quellen gelten die Nutzungs- und Lizenzbedingungen der jeweils zugrundeliegenden Dienste.



