

VERFASSER:



INGENIEURBÜRO
FANGER

Hoch-, Tief- und Spezialtiefbau

Partnerschaft mbB
Hamburger Straße 11
39124 Magdeburg
Tel.: (0391) 597903
Fax: (0391) 5979040

Bauvorhaben: 39307 Genthin, Gewerbegebiet Nord,
Neubau Regenwasserableitung

Mai 2024

STANDSICHERHEITSNACHWEIS

(Statische Berechnung - Ausführungsplanung)

Bauvorhaben 39307 Genthin, Gewerbegebiet Nord,
Neubau Regenwasserableitung

**Bauherr /
Auftraggeber**



**Stadt Genthin
Gewerbegebiet Nord**

Marktplatz 3
39307 Genthin

Planung



MUTING GmbH
Rothenseer Straße 24
39124 Magdeburg

**Statische
Bearbeitung**



INGENIEURBÜRO
FANGER

Hoch-, Tief- und Spezialtiefbau

Partnerschaft mbB
Hamburger Straße 11
39124 Magdeburg

Archiv-Nr. 23-062.3

Bauteil / Inhalt Rohrstatik Schutz- und Vortriebsrohre

Magdeburg, den 02.05.2024

bearbeitet:

M.Eng. D. Winter



Dipl.-Ing. H.-H. Fanger

BAUTEIL: Rohrstatik Schutz- und Vortriebsrohre

BLOCK: Deckblatt

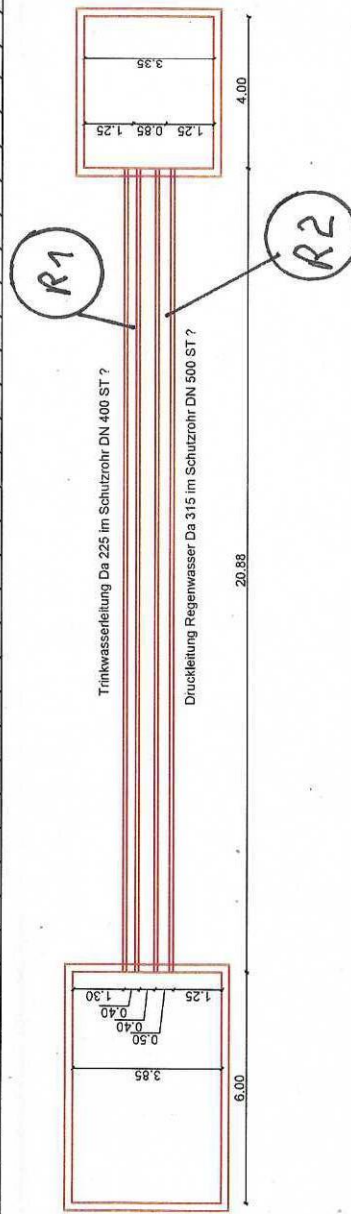
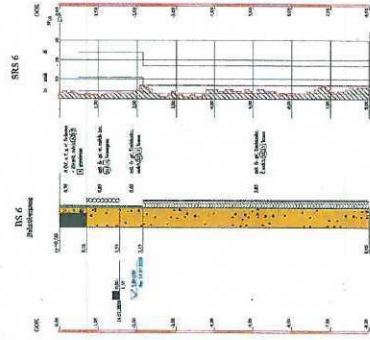
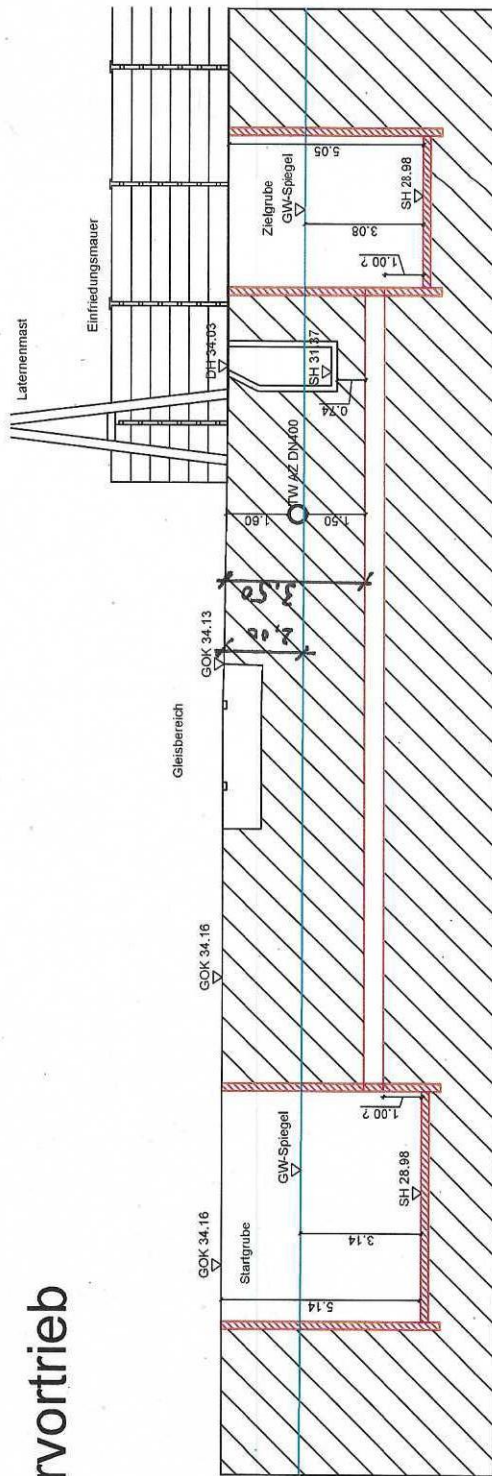
VORGANG: Statische Berechnung - Ausführungsplanung

Seite: 1

ARCHIV-NR.:

23-062.3

Rohrvortrieb



POSITIONS PLAN P1

Datum: 18.04.2024

INGENIEURBÜRO FANGER		Projekt: Neubau Regenwasserableitung Genthin, Gewerbegebiet Nord	Seite: 3
Hoch-, Tief- und Spezialtiefbau			
Hamburger Str. 11 39124 Magdeburg	Tel.: (0391) 5 97 90 3 Fax: (0391) 5 97 90 40	Bauteil: Stahlrohr als Mantel- und Vorpressrohr DN 400-10	Pos. : R1

POS R1 - Stahlrohr DN 400 - als Schutz- und Vorpressrohr

1. Allgemeines:

In Genthin, Gewerbegebiet Nord soll die Regenwasserableitung neu gebaut werden.

Im Bereich der vorhandenen Gleisanlagen sollen eine neue Trinkwasserleitung Da 225 in einem Schutzrohr aus Stahl DN 400 verlegt werden.

Die Verrohrung soll im Press-Rohrvortrieb mit Stahlrohren DN 500, t = 10 mm aus Stahl S 235 JR erfolgen. Die Länge der Verrohrung beträgt 20,88 m.

Die Überdeckung der Rohrleitung von OK Rohr bis OK Gleis- beträgt 3,50 m.

Die Bemessung der Rohre erfolgt unter Ansatz der Eisenbahnverkehrslast - LM 71 - nach DIN EN 1991-2:

Ersatzflächenlast: 52 kN/m²

2. Baugrund:

Zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse liegt das Baugrundgutachten Nr. 582/6593, Aufsteller BAUGRUND UND UMWELTGESELLSCHAFT mbH, vom 17.08.2020 vor.

Für die erdstatischen Berechnungen werden folgende Baugrundparameter in Ansatz gebracht:

Bodengruppe	G2 schwachbindige Böden
Wichte über Wasser	20,0 kN/m ³
Wichte unter Wasser	11,0 kN/m ²
Reibungswinkel ϕ	30°

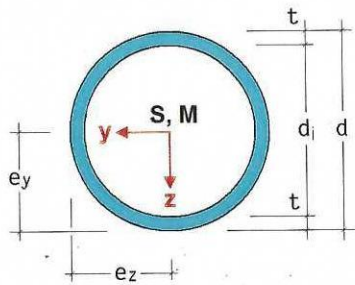
Der Einbau der Rohre erfolgt im Pressbohr-Rohrvortrieb nach ATV -A125 bzw. ATV-A 161.

3. Randbedingungen und Berechnungsparameter

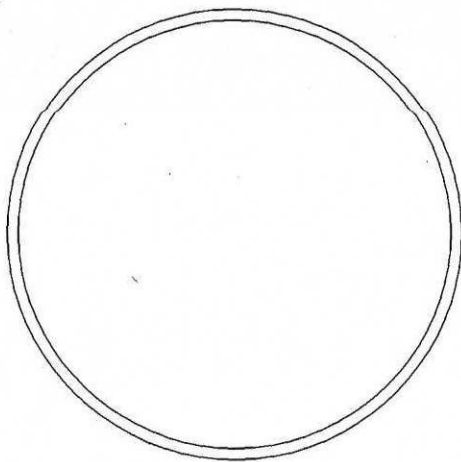
Rohr:	Stahlrohr	DN 400 nach DIN 2458	
	Bezeichnung	Einheit	Zahl
	di	mm	386,4
	da	mm	406,4
	s	mm	10
	A	cm ²	125
	W	cm ³	1205
	I	cm ⁴	24480
	γ_R	kN/m ³	78,5
	E_R	N/mm ²	210000
	γ_{Bruch}	-	1,5

> 6,3 = min s

Prinzipskizze
zur Erläuterung der Bezeichnungen



Maßstäbliche Darstellung



R 406.4 x 10.0(w)
(gemäß DIN EN 10210-2:2006-07)

Geometrie

$d = 406.40$ mm
 $t = 10.00$ mm
 $d_i = 386.40$ mm

$G = 97.80$ kg/m
 $U = 1.28$ m²/m

Schwerpunkt

$e_y = 203.20$ mm
 $e_z = 203.20$ mm

Querschnittsflächen

$A = 125.00$ cm²
 $A_v = 79.58$ cm²

Trägheitsmomente

$I_y = 24480.00$ cm⁴
 $I_z = 24480.00$ cm⁴

Trägheitsradien

$i_y = 140.00$ mm
 $i_z = 140.00$ mm

Widerstandsmomente

$W_y = 1205.00$ cm³
 $W_z = 1205.00$ cm³
 $W_{p1,y} = 1572.00$ cm³
 $W_{p1,z} = 1572.00$ cm³

Torsions- und Wölbeigenschaften

$I_T = 48950.00$ cm⁴
 $I_W = 0.00$ cm⁶

Die nachfolgenden Festlegungen gelten für die Stahlgüten S235, S275, S355, und S420.
Die Werte in Klammern gelten für S460.

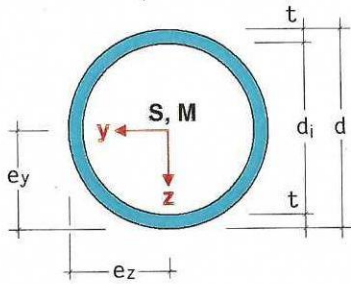
Knicklinien nach DIN EN 1993-1-1, Tab. 6.2 und Tab. 6.4

Knicklinie $KL_{Ly} = a$ (a0)
Knicklinie $KL_{Lz} = a$ (a0)
Knicklinie $KL_{BDK} = d$

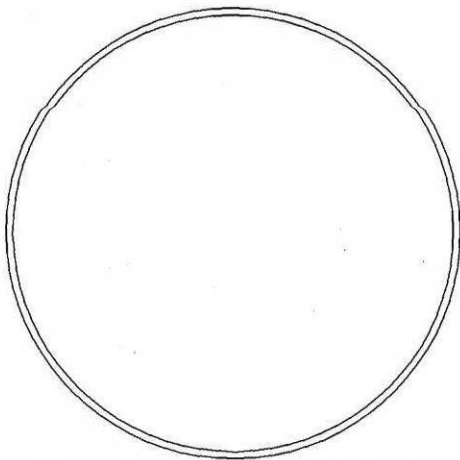
Bemessungswerte der Vorkrümmung nach Tab. 5.1

	für den elastischen Querschnittsnachweis	für den plastischen Querschnittsnachweis
$e_0/L_{Ly} =$	1/300 (1/350)	1/250 (1/300)
$e_0/L_{Lz} =$	1/300 (1/350)	1/250 (1/300)

Prinzipskizze
zur Erläuterung der Bezeichnungen



Maßstäbliche Darstellung



R 406.4 x 6.3(w)
(gemäß DIN EN 10210-2:2006-07)

Geometrie

d = 406.40 mm
t = 6.30 mm
d_i = 393.80 mm

G = 62.20 kg/m
U = 1.28 m²/m

Schwerpunkt

e_y = 203.20 mm
e_z = 203.20 mm

Querschnittsflächen

A = 79.20 cm²
A_y = 50.42 cm²

Trägheitsmomente

I_y = 15850.00 cm⁴
I_z = 15850.00 cm⁴

Trägheitsradien

i_y = 141.00 mm
i_z = 141.00 mm

Widerstandsmomente

W_y = 780.00 cm³
W_z = 780.00 cm³
W_{p1,y} = 1009.00 cm³
W_{p1,z} = 1009.00 cm³

Torsions- und Wölbeigenschaften

I_T = 31700.00 cm⁴
I_W = 0.00 cm⁶

Die nachfolgenden Festlegungen gelten für die Stahlgüten S235, S275, S355, und S420.
Die Werte in Klammern gelten für S460.

Knicklinien nach DIN EN 1993-1-1, Tab. 6.2 und Tab. 6.4

Knicklinie KL_{Ly} = a (a0)
Knicklinie KL_{Lz} = a (a0)
Knicklinie KL_{BDK} = d

Bemessungswerte der Vorkrümmung nach Tab. 5.1

	für den elastischen Querschnittsnachweis	für den plastischen Querschnittsnachweis
e ₀ /L _{Ly} =	1/300 (1/350)	1/250 (1/300)
e ₀ /L _{Lz} =	1/300 (1/350)	1/250 (1/300)

INGENIEURBÜRO FANGER		Projekt: Neubau Regenwasserableitung Genthin, Gewerbegebiet Nord	Seite: 6
Hoch-, Tief- und Spezialtiefbau		Bauteil: Stahlrohr als Mantel- und Vorpresserohr DN 400-10	Pos. : R1
Hamburger Str. 11 39124 Magdeburg	Tel.: (0391) 5 97 90 3 Fax: (0391) 5 97 90 40		

Baugrund:

Annahmen

Bezeichnung	Einheit	Zahl
-------------	---------	------

anstehender Boden in Rohrsohle

Gruppe		G2
DPr	%	95
ϕ	°	30
γ_B	kN/m ³	20

Grundwasser über Rohrsohle nicht vorhanden

Überschüttung ab Rohrscheitel

Gruppe		G2
DPr	%	95
ϕ	°	30
γ_B	kN/m ³	20

Erdruckverhältnisse

K1	über Scheitel	0,5
K2	unter Scheitel	
	im Bau ohne Verpr.	0,3
K2	unter Scheitel	
	im Betrieb ohne Verpr.	0,4

Verformungsmodul

E_B :	N/mm ²	4
---------	-------------------	---

INGENIEURBÜRO FANGER		Projekt: Neubau Regenwasserableitung Genthin, Gewerbegebiet Nord	Seite: 7
Hoch-, Tief- und Spezialtiefbau			
Hamburger Str. 11 39124 Magdeburg	Tel.: (0391) 5 97 90 3 Fax: (0391) 5 97 90 40	Bauteil: Stahlrohr als Mantel- und Vorpressrohr DN 400-10	Pos. : R1

4 . Lastannahmen

Verkehrslast:

Lastmodell		71
h	m	3,5
p (Bild 6)	kN/m ²	31
φ	-	1,2
$p_v = \varphi * p$	kN/m ²	37,2

Erdlast:

κ (Bild 2)	$h/da = 4,92, \phi' = 30,0^\circ$	0,6
h	m	3,5
γ	kN/m ³	20
$p_{ev} = \kappa * \gamma * h$	kN/m ²	42,00

seitlicher Erddruck :

$$p_{eh} = (p_{ev} + da/2 * \gamma_B) * K_2$$

$p_{eh} =$	kN/m ²	18,42
------------	-------------------	-------

5. Berechnung der Schnittkräfte quer zur Rohrachse

Parameter:	Wanddicke Rohr	s	(m)	0,0100
	mittlerer Radius	r_m	(m)	0,1982
		r_m^2	(m ²)	0,039
		r_m^3	(m ³)	0,008
	äußerer Radius	r_a	(m)	0,2032
	innerer Radius	r_i	(m)	0,193
		c		0,00
	Wichte Rohr	γ_R	(KN/m ³)	78,50
	Vertikale Erdlast	p_{EV}	(KN/m ²)	42,00
	horizontale Erdlast	p_{Eh}	(KN/m ²)	18,42
	Verkehrslast	p_V	(KN/m ²)	37,2
	äußerer Wasserdr. über Scheitel	p_a	(KN/m ²)	0,00 vernachlässigt

Einwirkung	Schnittkraft	M_{Sch} knm	M_K knm	M_{So} knm	N_{Sch} kN	N_K kN	N_{So} kN
Eigengewicht	g_E	0,012	-0,013	0,022	0,039	-0,244	-0,222
Erdaufbl. max. K2 = 0,3	p_{EV}	0,412	-0,412	0,412	-2,747	-8,324	-2,747
Verkehrslast	p_V	0,365	-0,365	0,365	-7,373	-7,373	-7,373
Wasserdruck bis Rohrscheitel	p_{wa}	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000
Wasserdruck über Rohrscheitel	p_a	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Summe Schnittkräfte		0,790	-0,791	0,800	-10,081	-15,942	-10,34
Mindest- schnittkräfte n. ATV A161		1,77	-1,77	1,77	-26,76	-53,51	-26,76
Schnittkraft für Bemessung		1,77	-1,77	1,77	-26,76	-53,51	-26,76

INGENIEURBÜRO FANGER		Projekt: Neubau Regenwasserableitung Genthin, Gewerbegebiet Nord	Seite: 9
Hoch-, Tief- und Spezialtiefbau		Bauteil: Stahlrohr als Mantel- und Vorpresserohr DN 400-10	Pos. : R1
Hamburger Str. 11 39124 Magdeburg	Tel.: (0391) 5 97 90 3 Fax: (0391) 5 97 90 40		

6 . Berechnung der Schnittkräfte längs zur Rohrachse

Ermittlung der max. Vorpressekraft:

Rohrdurchmesser min da	d3	(m)	0,406
Rohrdurchmesser	di	(m)	0,386
Druckübertragungs- fläche	A	(m ²)	0,012442
Rohrlänge	L	(m)	20,880
Mantelfläche	A _μ	m ²	26,63
Mantelreibung (ATV 161)	τ _M	kN/m ²	15
Brustwiderstand (ATV 161)	σ _{Sp}	kN/m ²	500
Kraft aus Mantelreibung	VPM	kN	399
Kraft aus Brustwiderstand	VPB	kN	6,2
Vorpressekraft	VP	kN	406

7 . Bemessung des Vortriebsrohres

Spannungen: $\sigma_k = N/A + - M/W * \alpha_k$

$$A = \Pi (da^2 - di^2)/4 = 0,0124$$

$$W = \Pi/32(da^2*da^2 - di^2*di^2)/da = 0,001202$$

$$W = 0,09817(0,406^2*0,406^2 - 0,386^2*0,386^2)/0,406 = 0,001202$$

$$\alpha_k = 1,000$$

Spannungen	Scheitel MN/m ²	Kämpfer MN/m ²	Sohle MN/m ²
I max. σ,k I	35,10	35,10	35,10

Spannungsnachweis: Sicherheitsbeiwert γ = 1.5

$$t < 40 \text{ mm}$$

$$+ \sigma_{R,d} = 240/1,1 = 218 \text{ MN/m}^2$$

$$+ \sigma_{,d} = 1,5 * 35,10 = 53 \text{ MN/m}^2$$

$$53/218 = 0,25 < 1,00$$

INGENIEURBÜRO FANGER		Projekt: Neubau Regenwasserableitung Genthin, Gewerbegebiet Nord	Seite: 10
Hoch-, Tief- und Spezialtiefbau			
Hamburger Str. 11 39124 Magdeburg	Tel.: (0391) 5 97 90 3 Fax: (0391) 5 97 90 40	Bauteil: Stahlrohr als Mantel- und Vorpessrohr DN 400-10	Pos. : R1

8. Verformungsnachweis gemäß A 161

zulässige Verformung $f_{zul.} \leq 2\%$ unter Gleisen

$$\delta v = cv * (qv - qh) / (1000 * SR) * 100 (\%)$$

ATV A 127:

$$cv1 = -0,0833$$

$$cv2 = 0,064$$

$$ch1 = 0,0833$$

$$ch2 = -0,0658$$

$$E_R = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$S_R = E_R * I / r_m^3$$

$$I = 1,0 * s^3 / 12$$

$$I = 1,0 * 10^3 / 12$$

$$I = 83,4 \text{ mm}^4 / \text{mm}$$

$$S_R = 210000 * 83,4 / 396,40^3$$

$$= 0,281$$

$$V_{RB} = S_R / 0,6 * E_B$$

$$V_{RB} = 0,281 / (0,6 * 4)$$

$$= 0,118$$

$$K^* = ch1 / (V_{rb} - ch2)$$

$$K^* = 0,083 / (0,118 - (-0,0658))$$

$$K^* = 0,452$$

$$cv^* = cv1 + cv2 * K^*$$

$$cv^* = -0,054072$$

$$\delta v = -0,054072 * (37,2 + 42 - 18,42) / (1000 * 0,281) * 100$$

$$\delta v = 1,17$$

$$\delta v = 1,17\% < \text{zul.} \delta v = 2\%$$

INGENIEURBÜRO FANGER	Projekt: Neubau Regenwasserableitung Genthin, Gewerbegebiet Nord	Seite: 11
Hoch-, Tief- und Spezialtiefbau		
Hamburger Str. 11 39124 Magdeburg	Tel.: (0391) 5 97 90 3 Fax: (0391) 5 97 90 40	Bauteil: Stahlrohr als Mantel- und Vorpressrohr DN 400-10
		Pos. : R1

9 . Bemessung Rohr Betriebszustand

- Schnittkräfte wie Pkt. 5 und Pkt.6
- Sicherheitsbeiwert
- Ansatz einer Abrostung von außen $t_a \leq 4,0 \text{ mm}$

Spannungen:

$$\sigma_k = N/A + - M/W * \alpha_k$$

$$A = \Pi (d_a^2 - d_i^2)/4 = 0,0074$$

$$W = \Pi/32(d_a^2 * d_a^2 - d_i^2 * d_i^2)/d_a =$$

$$W = 0,09817(0,398^2 * 0,398^2 - 0,386^2 * 0,386^2)/0,398 = 0,000713$$

$$\alpha_k = 1,000$$

Spannungen	Scheitel MN/m ²	Kämpfer MN/m ²	Sohle MN/m ²
max. σ_k	59,10	59,10	59,10

Spannungsnachweis: Sicherheitsbeiwert $\gamma = 1.5$

$$t < 40 \text{ mm}$$

$$+ \sigma_{R,d} = 240/1,1 = 218 \text{ MN/m}^2$$

$$+ \sigma_{s,d} = 1,5 * 60 = 90 \text{ MN/m}^2$$

$$90/218 = 0,41 < 1,00$$

INGENIEURBÜRO FANGER		Projekt: Neubau Regenwasserableitung Genthin, Gewerbegebiet Nord	Seite: 12
Hoch-, Tief- und Spezialtiefbau		Bauteil: Stahlrohr als Mantel- und Vorpresserohr DN 500-10	Pos. : R2
Hamburger Str. 11 39124 Magdeburg	Tel.: (0391) 5 97 90 3 Fax: (0391) 5 97 90 40		

POS R2 - Stahlrohr DN 500-10- als Schutz- und Vorpresserohr

1. Allgemeines:

In Genthin, Gewerbegebiet Nord soll die Regenwasserableitung neu gebaut werden.

Im Bereich der vorhandenen Gleisanlagen sollen eine neue Druckleitung für Regenwasser Da 315 in einem Schutzrohr aus Stahl DN 500 verlegt werden. Die Verrohrung soll im Press-Rohrvortrieb mit Stahlrohren DN 500, t = 10 mm aus Stahl S 235 JR erfolgen. Die Länge der Verrohrung beträgt 20,88 m. Die Überdeckung der Rohrleitung von OK Rohr bis OK Gleis- beträgt 3,50 m. Die Bemessung der Rohre erfolgt unter Ansatz der Eisenbahnverkehrslast - LM 71 - nach DIN EN 1991-2:

Ersatzflächenlast: 52 kN/m²

2. Baugrund:

Zur Beurteilung der Baugrundverhältnisse liegt das Baugrundgutachten Nr. 582/6593, Aufsteller BAUGRUND UND UMWELTGESELLSCHAFT mbH, vom 17.08.2020 vor.

Für die erdstatischen Berechnungen werden folgende Baugrundparameter in Ansatz gebracht:

Bodengruppe	G2 schwachbindige Böden
Wichte über Wasser	20,0 kN/m ³
Wichte unter Wasser	11,0 kN/m ³
Reibungswinkel ϕ	30°

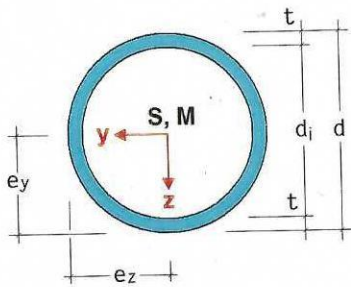
Der Einbau der Rohre erfolgt im Pressbohr-Rohrvortrieb nach ATV -A125 bzw. ATV-A 161.

3. Randbedingungen und Berechnungsparameter

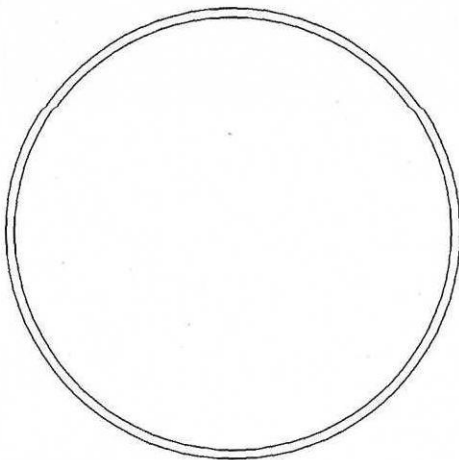
Rohr:	Stahlrohr	DN 500 nach DIN 2458	
	Bezeichnung	Einheit	Zahl
	di	mm	488
	da	mm	508
	s	mm	10
	A	cm ²	156
	W	cm ³	1910
	I	cm ⁴	48520
	γ_R	kN/m ³	78,5
	E_R	N/mm ²	210000
	γ_{Bruch}	-	1,5

> 6,3 = mins

Prinzipiskizze
zur Erläuterung der Bezeichnungen



Maßstäbliche Darstellung



R 508.0 x 10.0(w)
(gemäß DIN EN 10210-2:2006-07)

Geometrie

d = 508.00 mm
t = 10.00 mm
d_i = 488.00 mm

G = 123.00 kg/m
U = 1.60 m²/m

Schwerpunkt

e_y = 254.00 mm
e_z = 254.00 mm

Querschnittsflächen

A = 156.00 cm²
A_v = 99.31 cm²

Trägheitsmomente

I_y = 48520.00 cm⁴
I_z = 48520.00 cm⁴

Trägheitsradien

i_y = 176.00 mm
i_z = 176.00 mm

Widerstandsmomente

W_y = 1910.00 cm³
W_z = 1910.00 cm³
W_{pl,y} = 2480.00 cm³
W_{pl,z} = 2480.00 cm³

Torsions- und Wölbeigenschaften

I_T = 97040.00 cm⁴
I_w = 0.00 cm⁶

Die nachfolgenden Festlegungen gelten für die Stahlgüten S235, S275, S355, und S420.
Die Werte in Klammern gelten für S460.

Knicklinien nach DIN EN 1993-1-1, Tab. 6.2 und Tab. 6.4

Knicklinie KL_{⊥y} = a (a0)

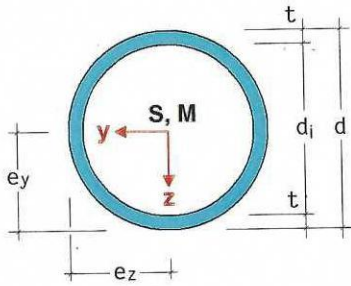
Knicklinie KL_{⊥z} = a (a0)

Knicklinie KL_{BDK} = d

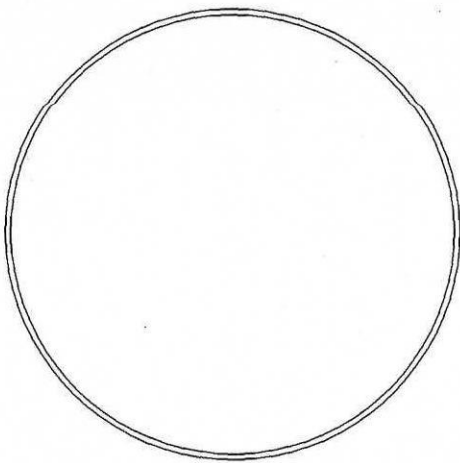
Bemessungswerte der Vorkrümmung nach Tab. 5.1

	für den elastischen Querschnittsnachweis	für den plastischen Querschnittsnachweis
e ₀ /L _{⊥y} =	1/300 (1/350)	1/250 (1/300)
e ₀ /L _{⊥z} =	1/300 (1/350)	1/250 (1/300)

Prinzipskizze
zur Erläuterung der Bezeichnungen



Maßstäbliche Darstellung



R 508.0 x 6.3(w)
(gemäß DIN EN 10210-2:2006-07)

Geometrie

$d = 508.00$ mm
 $t = 6.30$ mm
 $d_i = 495.40$ mm
 $G = 77.90$ kg/m
 $U = 1.60$ m²/m

Trägheitsmomente

$I_y = 31250.00$ cm⁴
 $I_z = 31250.00$ cm⁴

Trägheitsradien

$i_y = 177.00$ mm
 $i_z = 177.00$ mm

Schwerpunkt

$e_y = 254.00$ mm
 $e_z = 254.00$ mm

Widerstandsmomente

$W_y = 1230.00$ cm³
 $W_z = 1230.00$ cm³
 $W_{p1,y} = 1586.00$ cm³
 $W_{p1,z} = 1586.00$ cm³

Querschnittsflächen

$A = 99.30$ cm²
 $A_v = 63.22$ cm²

Torsions- und Wölbeigenschaften

$I_T = 62490.00$ cm⁴
 $I_w = 0.00$ cm⁶

Die nachfolgenden Festlegungen gelten für die Stahlgüten S235, S275, S355, und S420. Die Werte in Klammern gelten für S460.

Knicklinien nach DIN EN 1993-1-1, Tab. 6.2 und Tab. 6.4

Knicklinie $KL_{Ly} = a$ (a0)
 Knicklinie $KL_{Lz} = a$ (a0)
 Knicklinie $KL_{BDK} = d$

Bemessungswerte der Vorkrümmung nach Tab. 5.1

	für den elastischen Querschnittsnachweis	für den plastischen Querschnittsnachweis
$e_0/L_{Ly} =$	1/300 (1/350)	1/250 (1/300)
$e_0/L_{Lz} =$	1/300 (1/350)	1/250 (1/300)

INGENIEURBÜRO FANGER		Projekt: Neubau Regenwasserableitung Genthin, Gewerbegebiet Nord	Seite: 15
Hoch-, Tief- und Spezialtiefbau			
Hamburger Str. 11 39124 Magdeburg	Tel.: (0391) 5 97 90 3 Fax: (0391) 5 97 90 40	Bauteil: Stahlrohr als Mantel- und Vorpressrohr DN 500-10	Pos. : R2

Baugrund:

Annahmen

Bezeichnung	Einheit	Zahl
-------------	---------	------

anstehender Boden in Rohrsohle

Gruppe		G2
DPr	%	95
ϕ	°	30
γ_B	kN/m ³	20

Grundwasser über Rohrsohle nicht vorhanden

Überschüttung ab Rohrscheitel

Gruppe		G2
DPr	%	95
ϕ	°	30
γ_B	kN/m ³	20

Erdruckverhältnisse

K1	über Scheitel	0,5
K2	unter Scheitel	
	im Bau ohne Verpr.	0,3
K2	unter Scheitel	
	im Betrieb ohne Verpr.	0,4

Verformungsmodul

E_B :	N/mm ²	4
---------	-------------------	---

INGENIEURBÜRO FANGER		Projekt: Neubau Regenwasserableitung Genthin, Gewerbegebiet Nord	Seite: 16
Hoch-, Tief- und Spezialtiefbau			
Hamburger Str. 11 39124 Magdeburg	Tel.: (0391) 5 97 90 3 Fax: (0391) 5 97 90 40	Bauteil: Stahlrohr als Mantel- und Vorpresserohr DN 500-10	Pos. : R2

4 . Lastannahmen

Verkehrslast:

Lastmodell		71
h	m	3,5
p (Bild 6)	kN/m ²	31
φ	-	1,2
pv= φ * p	kN/m ²	37,2

Erdlast:

κ (Bild 2)	h/da = 4,92, φ` = 30,0°	0,6
h	m	3,5
γ	kN/m ³	20
pev = κ*γ*h	kN/m ²	42,00

seitlicher Erddruck :

$$peh = (pev + da/2 * \gamma_B) * K_2$$

peh =	kN/m ²	18,42
-------	-------------------	-------

INGENIEURBÜRO FANGER		Projekt: Neubau Regenwasserableitung Genthin, Gewerbegebiet Nord	Seite: 17
Hoch-, Tief- und Spezialtiefbau			
Hamburger Str. 11 39124 Magdeburg	Tel.: (0391) 5 97 90 3 Fax: (0391) 5 97 90 40	Bauteil: Stahlrohr als Mantel- und Vorpressrohr DN 500-10	Pos. : R2

5. Berechnung der Schnittkräfte quer zur Rohrachse

Parameter:	Wanddicke Rohr	s	(m)	0,0100
	mittlerer Radius	r_m	(m)	0,249
		r_m^2	(m ²)	0,062
		r_m^3	(m ³)	0,015
	äußerer Radius	r_a	(m)	0,254
	innerer Radius	r_i	(m)	0,244
		c		0,00
	Wichte Rohr	γ_R	(KN/m ³)	78,50
	Vertikale Erdlast	p_{EV}	(kN/m ²)	42,00
	horizontale Erdlast	p_{Eh}	(kN/m ²)	18,42
	Verkehrslast	p_V	(kN/m ²)	37,2
	äußerer Wasserdr. über Scheitel	p_a	(kN/m ²)	0,00 vernachlässigt

Einwirkung	Schnittkraft	M_{Sch} knm	M_K knm	M_{So} knm	N_{Sch} kN	N_K kN	N_{So} kN
Eigengewicht	g_E	0,019	-0,021	0,034	0,049	-0,307	-0,279
Erdaufbl. max. K2 = 0,3	p_{EV}	0,651	-0,651	0,651	-3,451	-10,458	-3,451
Verkehrslast	p_V	0,577	-0,577	0,577	0,000	-9,263	-2,316
Wasserdruck bis Rohrscheitel	p_{wa}	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000
Wasserdruck über Rohrscheitel	p_a	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Summe Schnittkräfte		1,246	-1,249	1,262	-3,402	-20,028	-6,05
Mindest- schnittkräfte n. ATV A161		2,79	-2,79	2,79	-33,62	-67,23	-33,62
Schnittkraft für Bemessung		2,79	-2,79	2,79	-33,62	-67,23	-33,62

INGENIEURBÜRO FANGER		Projekt: Neubau Regenwasserableitung Genthin, Gewerbegebiet Nord	Seite: 18
Hoch-, Tief- und Spezialtiefbau		Bauteil: Stahlrohr als Mantel- und Vorpresserohr DN 500-10	Pos. : R2
Hamburger Str. 11 39124 Magdeburg	Tel.: (0391) 5 97 90 3 Fax: (0391) 5 97 90 40		

6 . Berechnung der Schnittkräfte längs zur Rohrachse

Ermittlung der max. Vorpressekraft:

Rohrdurchmesser min da	d3	(m)	0,508
Rohrdurchmesser	di	(m)	0,488
Druckübertragungs- fläche	A	(m ²)	0,015646
Rohrlänge	L	(m)	20,880
Mantelfläche	A _μ	m ²	33,32
Mantelreibung (ATV 161)	τ _M	kN/m ²	15
Brustwiderstand (ATV 161)	σ _{Sp}	kN/m ²	500
Kraft aus Mantelreibung	V _{PM}	kN	500
Kraft aus Brustwiderstand	V _{PB}	kN	7,8
Vorpressekraft	VP	kN	508

7 . Bemessung des Vortriebsrohres

Spannungen:

$$\sigma_k = N/A + - M/W * \alpha_k$$

$$A = \Pi (da^2 - di^2)/4 = 0,0156$$

$$W = \Pi/32(da^2*da^2 - di^2*di^2)/da =$$

$$W = 0,09817(0,508^2*0,508^2 - 0,488^2*0,488^2)/0,508 = 0,001910$$

$$\alpha_k = 1,000$$

Spannungen	Scheitel MN/m ²	Kämpfer MN/m ²	Sohle MN/m ²
I max. σ,k I	34,19	34,38	34,19

Spannungsnachweis: Sicherheitsbeiwert γ = 1.5

$$t < 40 \text{ mm}$$

$$+ \sigma_{R,d} = 240/1,1 = 218 \text{ MN/m}^2$$

$$+ \sigma_{,d} = 1,5 * 34,40 = 52 \text{ MN/m}^2$$

$$52/218 = 0,24 < 1,00$$

INGENIEURBÜRO FANGER	Projekt: Neubau Regenwasserableitung Genthin, Gewerbegebiet Nord	Seite: 19
Hoch-, Tief- und Spezialtiefbau		
Hamburger Str. 11 39124 Magdeburg	Tel.: (0391) 5 97 90 3 Fax: (0391) 5 97 90 40	Bauteil: Stahlrohr als Mantel- und Vorpresserohr DN 500-10
		Pos. : R2

8. Verformungsnachweis gemäß A 161

zulässige Verformung $f_{zul.} \leq 2\%$ unter Gleisen

$$\delta v = cv * (qv-qh)/(1000*SR)* 100 (\%)$$

ATV A 127:

$$cv1 = - 0,0833$$

$$cv2 = 0,064$$

$$ch1 = 0,0833$$

$$ch2 = -0,0658$$

$$E_R = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$S_R = E_R * I / r_m^3$$

$$I = 1,0 * s^3 / 12$$

$$I = 1,0 * 10^3 / 12$$

$$I = 83,4 \text{ mm}^4 / \text{mm}$$

$$S_R = 210000 * 83,4 / 498^3$$

$$= 0,141$$

$$V_{RB} = S_R / 0,6 * E_B$$

$$V_{RB} = 0,141 / (0,6 * 4)$$

$$= 0,059$$

$$K^* = ch1 / (V_{rb} - ch2)$$

$$K^* = 0,083 / (0,059 - (-0,0658))$$

$$K^* = 0,67$$

$$cv^* = cv1 + cv2 * K^*$$

$$cv^* = -0,04012$$

$$\delta v = - 0,04012 * (37,2 + 42 - 18,42) / (1000 * 0,141) * 100$$

$$\delta v = 1,73$$

$$\delta v = 1,73\% < \text{zul.} \delta v = 2\%$$

INGENIEURBÜRO FANGER		Projekt: Neubau Regenwasserableitung Genthin, Gewerbegebiet Nord	Seite: 20
Hoch-, Tief- und Spezialtiefbau			
Hamburger Str. 11 39124 Magdeburg	Tel.: (0391) 5 97 90 3 Fax: (0391) 5 97 90 40	Bauteil: Stahlrohr als Mantel- und Vorpresserohr DN 500-10	Pos. : R2

9 . Bemessung Rohr Betriebszustand

- Schnittkräfte wie Pkt. 5 und Pkt.6
- Sicherheitsbeiwert
- Ansatz einer Abrostung von außen $t_a \leq 4,0 \text{ mm}$

Spannungen:

$$\sigma_k = N/A + - M/W * \alpha_k$$

$$A = \Pi (d_a^2 - d_i^2)/4 = 0,0093$$

$$W = \Pi/32(d_a^2 * d_a^2 - d_i^2 * d_i^2)/d_a =$$

$$W = 0,09817(0,400^2 * 0,40^2 - 0,386^2 * 0,386^2)/0,400 = 0,001136$$

$$\alpha_k = 1,000$$

Spannungen	Scheitel MN/m ²	Kämpfer MN/m ²	Sohle MN/m ²
max. σ_k	57,45	57,77	57,45

Spannungsnachweis: Sicherheitsbeiwert $\gamma = 1.5$

$$t < 40 \text{ mm}$$

$$+ \sigma_{R,d} = 240/1,1 = 218 \text{ MN/m}^2$$

$$+ \sigma_{,d} = 1,5 * 58 = 87 \text{ MN/m}^2$$

$$87/218 = 0,40 < 1,00$$