

## RIB DURO: Bauzustand

8.0 Stahlbeton- bzw. Stahlbetondruckrohr

### Bodenklasse:

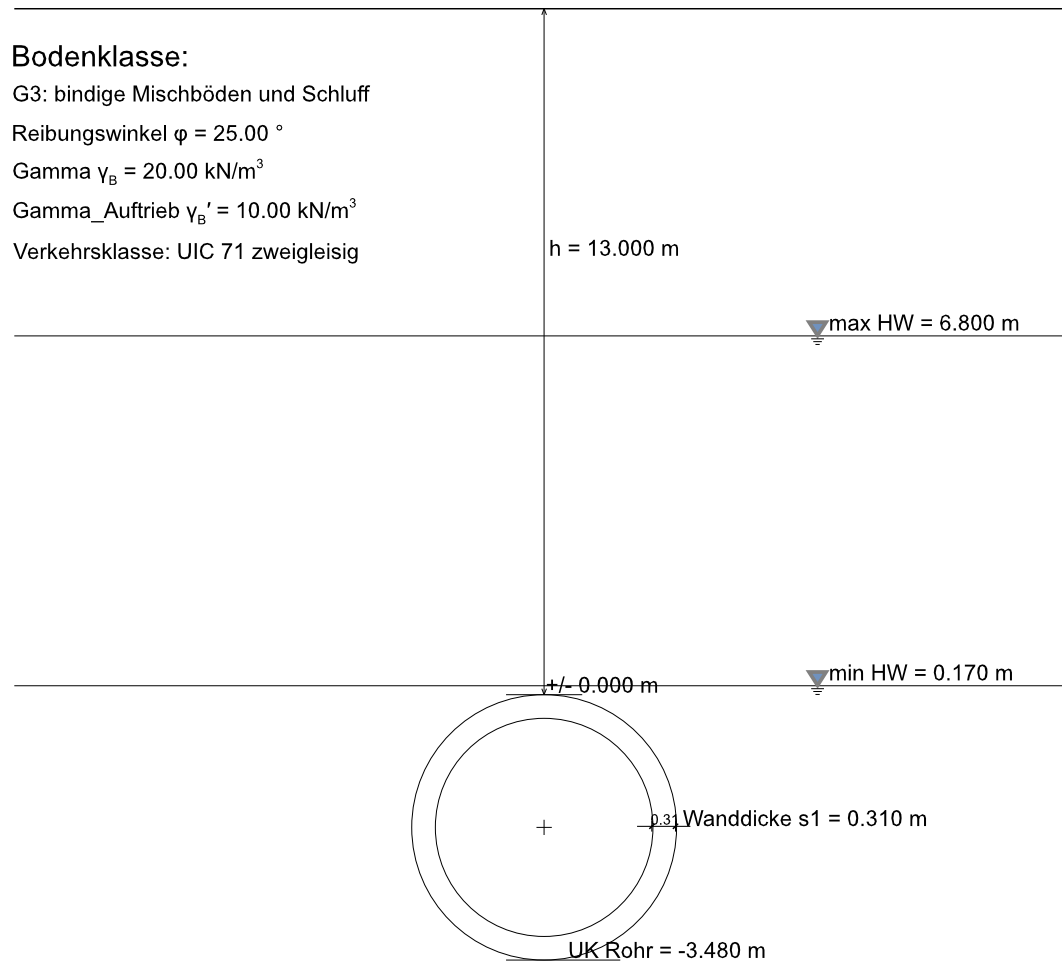
G3: bindige Mischböden und Schluff

Reibungswinkel  $\varphi = 25.00^\circ$

Gamma  $\gamma_B = 20.00 \text{ kN/m}^3$

Gamma\_Auftrieb  $\gamma_B' = 10.00 \text{ kN/m}^3$

Verkehrsklasse: UIC 71 zweigleisig



## RIB DURO: Betriebszustand

8.0 Stahlbeton- bzw. Stahlbetondruckrohr

### Bodenklasse:

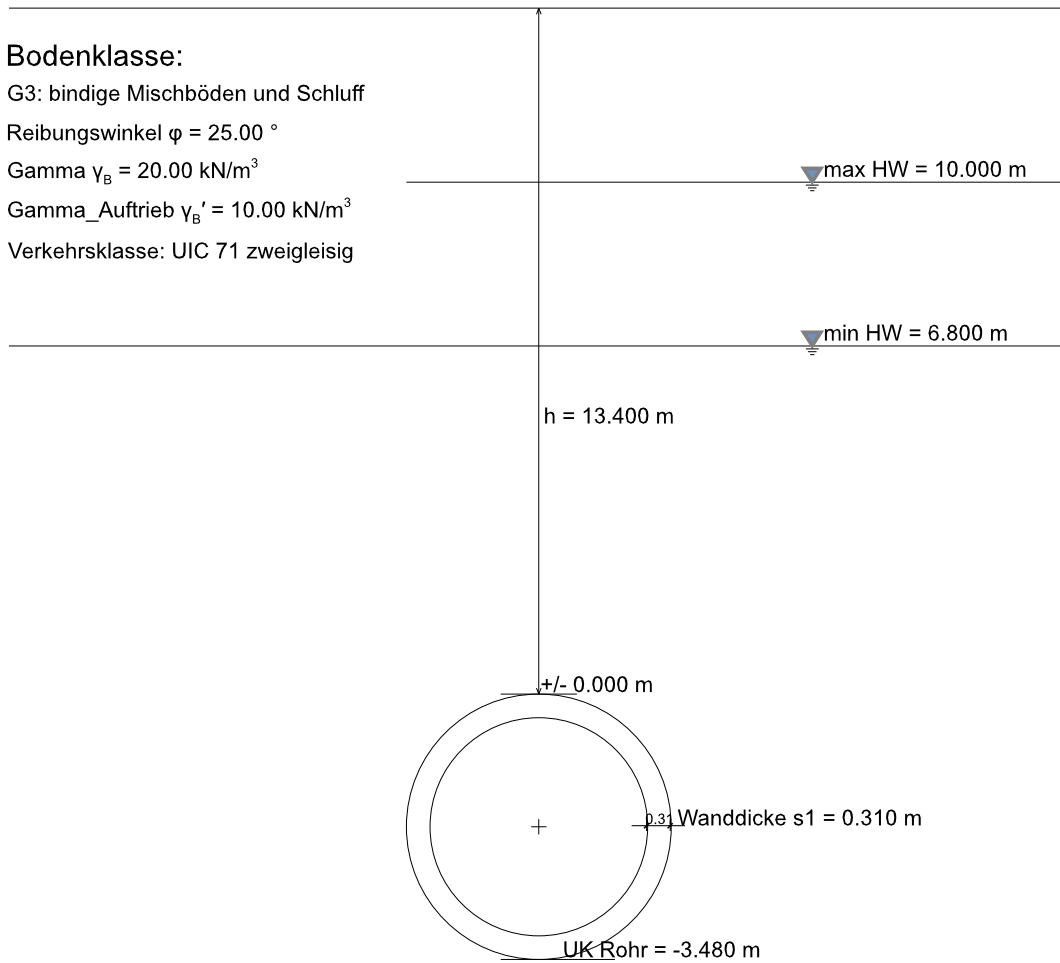
G3: bindige Mischböden und Schluff

Reibungswinkel  $\varphi = 25.00^\circ$

Gamma  $\gamma_B = 20.00 \text{ kN/m}^3$

Gamma\_Auftrieb  $\gamma_B' = 10.00 \text{ kN/m}^3$

Verkehrsklasse: UIC 71 zweigleisig



BSP. A161 neu EC2 2-lagig C60/75

Mindestwanddickenprüfung nach DWA-A161: Tab.19 und 20

-----  
Außendurchmesser Da = 3480.0 mm  
Mittlerer Radius Rm = 1585.0 mm  
Mindest Wanddicke t.min = 249.0 mm  
vorhandene Wanddicke t.vorh = 310.0 mm

## STATISCHE BERECHNUNG VON VORTRIEBSDRUCKROHREN

Nach DVGW-Merkblatt GW312 bzw. DWA-Arbeitsblatt A161, März 2014

Statische Berechnung von Vortriebsdruckrohren vom Typ  
Stahlbetondruckrohr DIN EN 639 und DIN EN 640

### Protokoll der Eingabe:

#### Rohrabbmessungen und Rohrdaten:

Nennweite DN 2900  
Außendurchmesser Da = 3480 mm  
Innendurchmesser Di = 2860 mm  
Wanddicke t = 310 mm

Falztiefe im Bereich der Rohrverbindung:

ext. delta.t = 50 mm  
int. delta.t = 50 mm

#### Bewehrung zweilagig

Ringbewehrung BST 500  
int.As,ring = 16.0 Durchmesser 12.0 mm/m ( 18.1 cm<sup>2</sup>/m)  
ext.As,ring = 12.0 Durchmesser 12.0 mm/m ( 13.6 cm<sup>2</sup>/m)  
Längsbewehrung  
int.As,längs = 30 Durchmesser 7.0 mm/Umfang  
ext.As,längs = 30 Durchmesser 7.0 mm/Umfang  
Betondeckung int.c-nom/ext.c-nom = 25/25 mm

W\*\*\* Duf08a: Abstand der Längsbewehrung nach DWA-A161/7.3 zu gross

#### Werkstoffkennwerte:

Beton (Festigkeitsklasse des Betons) = C60/75  
Wichte des Rohrwerkstoffes Wichte.R = 25.000 kN/m<sup>3</sup>  
Elastizitätsmodul des Rohrs E.R = 38800 N/mm<sup>2</sup>  
Zul. Rohr-Vergleichsspannung sigma.VR,Rd = 7.5 N/mm<sup>2</sup>  
Ermüdungsfestigkeit des Betonstahls  
delta.sigma,Rsk/gamma.s,fat (0.100E+09 Lastzyk) = 29.4 N/mm<sup>2</sup>

### Teilsicherheitsbeiwerte (TS):

Bemessungswert für ständige Einwirkung	gamma.G	= 1.35
Bemessungswert für veränderliche Einwirkung	gamma.Q	= 1.35
TS-Beiwert für Beton (concrete)	gamma.c	= 1.50
TS-Beiwert für Betonstahl (steel)	gamma.s	= 1.15
Faktor für Festigkeitsabnahme(t) bei Beton	alpha.D	= 0.85
Baustoffbeiwert zur Best. des Tragwiderstandes	gamma.R	= 1.35
Beim Nachweis gegen Ermüdung werden benützt:		
TS-Beiwert für Einwirkungen	gamma.F, fat	= 1.00
TS-Beiwert für Modellunsicherheiten	gamma.Ed, fat	= 1.00
TS-Beiwert für Betonstahl	gamma.s, fat	= 1.15

### Rohrfugen:

Die geplante Vortriebstrasse ist gekrümmt. Die bauausführende Firma stellt durch Rohr- und Fugenausbildung sicher, dass auch bei Steuerungen im gedrückten Bereich der Fuge bei einem Fugenklaffungsmaß von 0.41 die Druckspannungen übertragen werden. Die DVGW/ATV-Richtlinie gilt nur für gerade Vortriebsstrecken ohne Fugenklaffung. Bei klaffenden Fugen sind entsprechend der Richtlinie besondere Überlegungen und Berechnungen erforderlich. Bei der hier vorliegenden Berechnung für Vortriebsrohre werden die Mindestbemessungsschnittkräfte um 0.0 % erhöht.

RIB-Programm DWA-A161 18.0 D U R C H P R E S S R O H R Seite/Page 3

BSP. A161 neu EC2 2-lagig C60/75

MINDESTBEWEHRUNG von Vortriebsrohren nach DIN V 1201,  
Abschnitt 5.3.7(2) als Ergänzung zu DIN EN 1916

-----  
Mindestbewehrung als def. Anteil der Betonquerschnittsfläche  $A_{-0,min}$ ,  
berechnet aus der Mindestwanddicke nach DIN V 1201, Abschnitt 5.3.5.2

Mittlerer Rohrradius:  $r_m = (d_i + t_{min})/2 = 1.554 \text{ m}$   
Mindestwanddicke  $t_{min}$ , abhängig von Betonfestigkeit  $f_{ck}$  und  $r_m$ :  
für  $t_{min}$  aus der Bedingung  $t_{min}/r_m = 0.16$  folgt  $t_{min} = 249 \text{ mm}$

Mindestbetonquerschnitt:  $A_{-0,min}$  pro m 2490 cm<sup>2</sup>

Zweilagige Bewehrung:

Erforderliche Mindestbewehrung aussen: 0.3 % von  $A_{-0,min}$

Erforderliche Mindestbewehrung innen : 0.4 % von  $A_{-0,min}$

-----  
Schnitt ! Kämpfer ! Scheitel ! Sohle  
-----  
erforderlich  $A_{s,ring}$  (cm<sup>2</sup>/m) ! 7.5 ! 10.0 ! 10.0  
vorhanden  $A_{s,ring}$  (cm<sup>2</sup>/m) ! 13.6 ! 18.1 ! 18.1  
-----

### MINDESTBEMESSUNG (Zwängungskräfte im Bauzustand)

-----  
Summe M.Kämpfer = -45.0 \* Rm<sup>2</sup>

Summe M.Scheitel = 45.0 \* Rm<sup>2</sup>

Summe M.Sohle = 45.0 \* Rm<sup>2</sup>

$z/da \geq 0.41 < 1.0$

Summe N.Kämpfer = -270.0 \* Rm

Summe N.Scheitel = -135.0 \* Rm

Summe N.Sohle = -135.0 \* Rm

RIB-Programm DWA-A161 18.0 D U R C H P R E S S R O H R Seite/Page 4

BSP. A161 neu EC2 2-lagig C60/75

-----  
Schnitt ! Kämpfer ! Scheitel ! Sohle  
-----

**Querschnittswerte:**

Fläche (cm<sup>2</sup>/m) ! 3575.01 ! 3575.01 ! 3575.01  
Widerstandsmoment (cm<sup>3</sup>/m) ! 20132.23 ! 20860.12 ! 20860.12  
-----

**Schnittkräfte**

-----  
Momente (kNm/m) :

-----  
Summe M.q = (Gesamtlast) ! -113.05 ! 113.05 ! 113.05  
-----

-----  
Normalkräfte (kN/m) :

-----  
Summe N.q = (Gesamtlast) ! -427.95 ! -213.97 ! -213.97  
-----

BSP. A161 neu EC2 2-lagig C60/75

### Bemessung im Zustand II nach DIN EN 1992-1-1

mit  $\gamma_c = 1.50$ ,  $\gamma_s = 1.15$ ,  $\alpha_D = 0.85$ ,  $\gamma_R = 1.35$   
 und  $f_{cd} = 34.00$

Schnitt	!	Kämpfer	!	Scheitel	!	Sohle
Wanddicke t / Nutzhöhe d	!	310/272	!	310/279	!	310/279
DESIGN-Bemessung:						
Stahldehnung eps.s (0/00)	!	25.00	!	25.00	!	25.00
Betonstauchung eps.1 (0/00)	!	-2.76	!	-2.42	!	-2.42
Innerer Hebelarm (cm)	!	26.20	!	27.00	!	27.00
erforderlich As,ring (cm <sup>2</sup> /m)	!	4.2	!	6.4	!	6.4
vorhanden As,ring (cm <sup>2</sup> /m)	!	13.6	!	18.1	!	18.1

### Rohrvergleichsspannung (sigma.VR) im Zustand I nach DIN V 1201 (N/mm<sup>2</sup>)

mit  $\gamma_G = 1.0$ ,  $\gamma_Q = 1.0$  und  $\gamma_R = 1.0$

sigma.M	=	!	4.160	!	4.014	!	4.014
sigma.N	=	!	-0.887	!	-0.443	!	-0.443
sigma.N/sigma.M	=	!	-0.213	!	-0.110	!	-0.110
Beiwert fR (DIN V 1201)	=	!	0.987	!	1.079	!	1.079
vorhanden sigma.VR,Ed	=	!	3.231	!	3.852	!	3.852
zulässig sigma.VR,Rd	=	!	7.543	!	7.543	!	7.543

### Einbau:

Der Einbau der Vortriebsrohre erfolgt im unterirdischen Rohrvortriebsverfahren. Die Vortriebsrohre werden im Vorpressschacht hinter einem Schneidwerkzeug eingebaut und durch Pressenkraft vorgeschoben. Zur Übertragung der Vorpresskräfte werden in die Rohrfugen hölzerne Ausgleichsringe eingelegt. Zur Führung der Rohre werden über den Rohrfugen Manschetten angeordnet.

Die Vermessung und genaue Steuerung sowie ein sorgfältiger Bodenabbau sind Voraussetzung für die vorliegende Berechnung.

Beim Einbau ist zu beachten:

DVGW Merkblatt W304 bzw. ATV Arbeitsblatt A125: Rohrvortrieb und verwandte Verfahren

### EINBAUVORSCHRIFT BEACHTEN:

Voraussetzung für die Verwendung der nachfolgend berechneten und bemessenen Vortriebsrohre ist:

- Eine ständige Bentonitschmierung - während der Vortriebsarbeiten
- sowie eine Verpressung des Ringraumes zwischen Vortriebsrohr und Boden - nach Abschluss des Vortriebes

## ANGABEN zum Boden und Vortrieb im BAUZUSTAND

---

### BODENKENNGRÖSSEN:

---

Massgebende Bodenart nach GW312/A161-Tab.1: Bodengruppe G3

Die Bodengruppen bedeuten

- Gruppe 1: nichtbindige Sande und Kiese
- Gruppe 2: schwachbindige Sande und Kiese
- Gruppe 3: bindige Mischböden und Schluffe
- Gruppe 4: bindige Böden

Rohrvortrieb im Lockergestein

mit Auflagerwinkel  $2\alpha = 180$  Grad  
Wichte über Wasser  $\text{Gamma-rechnerisch} = 20.00$  kN/m<sup>3</sup>  
Wichte unter Wasser  $\text{Gamma-Auftrieb} = 10.00$  kN/m<sup>3</sup>

Erddruckverhältnis über Rohrscheitel  $K1 = 0.700$   
unter Rohrscheitel  $K2$  im Bauzustand  $= 0.400$   
Winkel der inneren Reibung  $\text{Phi}' = 25.00$  Grad  
Reibungswinkel in der Scherfuge  $\text{Del}' = 0.00$  Grad  
Konsistenz im Bauzustand  $I.c = 0.40$   
1. Faktor für Verformungsmodul  $f1 = 0.10$   
2. Faktor für Verformungsmodul im BZ  $f2 = 1.00$   
Verformungsmodul im Bauzustand  $E.B = 5.17$  N/mm<sup>2</sup>

Abminderungsfaktor bei Gewölbebildung im Bauzustand  $\text{Kappa} = 1.000$   
Abminderungsfaktor bei Gewölbebildung  
unter Auflast im Bauzustand  $\text{Kappa}.0 = 1.000$



## BERECHNUNG DES BAUZUSTANDES

---

### Lastannahmen:

Überdeckungshöhe  $h = 13.00 \text{ m}$   
Verkehrslasttyp  $= \text{LM 71 - mehrgleisig}$   
Maximaler Grundwasserstand max GW  $= 6.80 \text{ m über Rohr-Scheitel}$   
Minimaler Grundwasserstand min GW  $= 0.17 \text{ m über Rohr-Scheitel}$   
Innerer Überdruck  $\text{int.pe} = 1.03 \text{ bar}$   
Rohrleitung leer

### BELASTUNGEN

---

#### Erdlasten mit Auftrieb

Über die Belastungshöhe gemittelte  
Wichte des Bodens  $= 19.9 \text{ kN/m}^3$   
Vertikale Erdlast  $ev = 322.9 \text{ kN/m}^2$   
Auflast  $p_0 = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
Horizontale Erdlast  $eh = 136.1 \text{ kN/m}^2$

#### Verkehrslasten

Verkehrsbelastung  $p = 15.00 \text{ kN/m}^2$   
Stossbeiwert  $\text{wir.phi} = 1.10$   
Stossbeiwert  $\text{phi0} = 1.10$   
statisch wirkend  $pV = 16.5 \text{ kN/m}^2$   
statisch wirkend  $pH = 6.3 \text{ kN/m}^2$

Maximale Gesamtbelastung  $qv = 339.4 \text{ kN/m}^2$   
 $qh = 142.4 \text{ kN/m}^2$

BSP. A161 neu EC2 2-lagig C60/75

-----  
 Schnitt ! Kämpfer ! Scheitel ! Sohle  
 -----

**Querschnittswerte:**

Fläche	(cm <sup>2</sup> /m) !	3575.01	!	3575.01	!	3575.01
Widerstandsmoment	(cm <sup>3</sup> /m) !	20132.23	!	20860.12	!	20860.12

-----

**Schnittkräfte nach Abschnitt 7 und 8**

-----

Momente (kNm/m) :

M.G = (Eigengewicht ) !	-8.508	!	7.476	!	13.746
M.w = (Wasserfüll./Grundw.) !	0.000	!	0.000	!	0.000
M.ev = (Erdlast vertikal ) !	-135.459	!	135.459	!	135.459
M.eh = (Erdlast horizontal) !	57.104	!	-57.104	!	-57.104
M.pV = (Verkehr vertikal ) !	-10.363	!	10.363	!	10.363
M.pH = (Verkehr horizontal) !	3.957	!	-3.957	!	-3.957
M.pe = (Überdruck ) !	0.805	!	0.805	!	0.805
M.auf= (Auftrieb ) !	8.720	!	-7.645	!	-14.056

-----

Summe M.q = (Gesamtlast)	!	-83.745	!	85.398	!	85.256
--------------------------	---	---------	---	--------	---	--------

-----

M.Gk (Summe ständige Last ) !	-77.339	!	78.992	!	78.850	
M.Qk (Summe veränderliche L) !	-6.406	!	6.406	!	6.406	
M.Gd=gamma.G*M.Gk=1.35*M.Gk !	-104.407	!	106.639	!	106.448	
M.Qd=gamma.Q*M.Qk=1.35*M.Qk !	-8.648	!	8.648	!	8.648	
M.Ed = M.Gd + M.Qd	!	-113.055	!	115.287	!	115.096

-----

-----

Normalkräfte (kN/m) :

N.g = (Eigengewicht ) !	-19.298	!	3.071	!	-17.541
N.w = (Wasserfüll./Grundw.) !	0.000	!	0.000	!	0.000
N.ev = (Erdlast vertikal ) !	-341.342	!	-170.415	!	-170.415
N.eh = (Erdlast horizontal) !	-71.840	!	-143.895	!	-143.895
N.pV = (Verkehr vertikal ) !	-26.152	!	0.000	!	0.000
N.pH = (Verkehr horizontal) !	0.000	!	-9.985	!	-9.985
N.pe = (Überdruck ) !	144.332	!	144.332	!	144.332
N.auf= (Auftrieb ) !	-5.401	!	-15.701	!	-19.746

-----

Summe N.q = (Gesamtlast)	!	-319.701	!	-192.594	!	-217.251
--------------------------	---	----------	---	----------	---	----------

-----

N.Gk (Summe ständige Last ) !	-293.548	!	-182.608	!	-207.265	
N.Qk (Summe veränderliche L) !	-26.152	!	-9.985	!	-9.985	
N.Gd=gamma.G*N.Gk=1.35*N.Gk !	-396.290	!	-246.521	!	-279.808	
N.Qd=gamma.Q*N.Qk=1.35*N.Qk !	-35.306	!	-13.480	!	-13.480	
N.Ed = N.Gd + N.Qd	!	-431.596	!	-260.002	!	-293.288

-----

BSP. A161 neu EC2 2-lagig C60/75

### Bemessung im Zustand II nach DIN EN 1992-1-1

mit  $\gamma_c = 1.50$ ,  $\gamma_s = 1.15$ ,  $\alpha_D = 0.85$ ,  $\gamma_R = 1.35$   
 und  $f_{cd} = 34.00$

Schnitt	!	Kämpfer	!	Scheitel	!	Sohle
Wanddicke t / Nutzhöhe d	!	310/272	!	310/279	!	310/279
DESIGN-Bemessung:						
Stahldehnung eps.s (0/00)	!	25.00	!	25.00	!	25.00
Betonstauchung eps.1 (0/00)	!	-2.76	!	-2.52	!	-2.56
Innerer Hebelarm (cm)	!	26.20	!	27.00	!	27.00
erforderlich As,ring (cm <sup>2</sup> /m)	!	4.1	!	6.1	!	5.7
vorhanden As,ring (cm <sup>2</sup> /m)	!	13.6	!	18.1	!	18.1

### Rohrvergleichsspannung (sigma.VR) im Zustand I nach DIN V 1201 (N/mm<sup>2</sup>)

mit  $\gamma_G = 1.0$ ,  $\gamma_Q = 1.0$  und  $\gamma_R = 1.0$

sigma.M	=	!	4.160	!	4.094	!	4.087
sigma.N	=	!	-0.894	!	-0.539	!	-0.608
sigma.N/sigma.M	=	!	-0.215	!	-0.132	!	-0.149
Beiwert fR (DIN V 1201)	=	!	0.986	!	1.061	!	1.046
vorhanden sigma.VR,Ed	=	!	3.218	!	3.770	!	3.638
zulässig sigma.VR,Rd	=	!	7.543	!	7.543	!	7.543

Stabilitätsnachweis im BZ entfällt

## ANGABEN zum Boden und Vortrieb im BETRIEBSZUSTAND

### BODENKENNGRÖSSEN:

Massgebende Bodenart nach GW312/A161-Tab.1: Bodengruppe G3

Die Bodengruppen bedeuten

- Gruppe 1: nichtbindige Sande und Kiese
- Gruppe 2: schwachbindige Sande und Kiese
- Gruppe 3: bindige Mischböden und Schluffe
- Gruppe 4: bindige Böden

Rohrvortrieb im Lockergestein

mit Auflagerwinkel  $2\alpha = 180$  Grad  
 Wichte über Wasser Gamma-rechnerisch = 20.00 kN/m<sup>3</sup>  
 Wichte unter Wasser Gamma-Auftrieb = 10.00 kN/m<sup>3</sup>

RIB-Programm DWA-A161 18.0 D U R C H P R E S S R O H R Seite/Page 10

BSP. A161 neu EC2 2-lagig C60/75

Erddruckverhältnis über Rohrscheitel K1 = 0.700  
unter Rohrscheitel K2 im Betriebszustand = 0.500  
Winkel der inneren Reibung Phi' = 25.00 Grad  
Reibungswinkel in der Scherfuge Del' = 0.00 Grad  
Konsistenz im Betriebszustand I.c = 0.40  
1. Faktor für Verformungsmodul f1 = 0.10  
2. Faktor für Verformungsmodul im BT f2 = 1.00  
Verformungsmodul im Betriebszustand E.B = 4.00 N/mm<sup>2</sup>

Abminderungsfaktor bei Gewölbebildung im Betriebszustand Kappa = 1.000  
Abminderungsfaktor bei Gewölbebildung  
unter Auflast im Betriebszustand Kappa.0 = 1.000

RIB-Programm DWA-A161 18.0 D U R C H P R E S S R O H R Seite/Page 11

BSP. A161 neu EC2 2-lagig C60/75

BERECHNUNG DES BETRIEBSZUSTANDES

---

#### Lastannahmen:

Überdeckungshöhe h = 13.40 m  
Verkehrslasttyp = LM 71 - mehrgleisig  
Maximaler Grundwasserstand max GW = 10.00 m über Rohr-Scheitel  
Minimaler Grundwasserstand min GW = 6.80 m über Rohr-Scheitel  
Innerer Überdruck int.pe = 1.32 bar

#### BELASTUNGEN

---

Erdlasten mit Auftrieb

Über die Belastungshöhe gemittelte  
Wichte des Bodens = 14.9 kN/m<sup>3</sup>  
Vertikale Erdlast ev = 200.0 kN/m<sup>2</sup>  
Auflast p<sub>0</sub> = 0.0 kN/m<sup>2</sup>  
Horizontale Erdlast eh = 108.7 kN/m<sup>2</sup>

Verkehrslasten

Verkehrsbelastung p = 15.00 kN/m<sup>2</sup>  
Stossbeiwert wir.phi = 1.10  
Stossbeiwert phi<sub>0</sub> = 1.10  
statisch wirkend p<sub>V</sub> = 16.5 kN/m<sup>2</sup>  
statisch wirkend p<sub>H</sub> = 7.9 kN/m<sup>2</sup>

Maximale Gesamtbelastung q<sub>v</sub> = 216.5 kN/m<sup>2</sup>  
q<sub>h</sub> = 116.6 kN/m<sup>2</sup>

BSP. A161 neu EC2 2-lagig C60/75

-----  
 Schnitt ! Kämpfer ! Scheitel ! Sohle  
 -----

**Querschnittswerte:**

Fläche (cm<sup>2</sup>/m) ! 3575.01 ! 3575.01 ! 3575.01  
 Widerstandsmoment (cm<sup>3</sup>/m) ! 20132.23 ! 20860.12 ! 20860.12  
 -----

**Schnittkräfte nach Abschnitt 7 und 8**

-----  
 Momente (kNm/m) :  
 M.G = (Eigengewicht ) ! -8.508 ! 7.476 ! 13.746  
 M.w = (Wasserfüll./Grundw.) ! -8.720 ! 7.645 ! 14.056  
 M.ev = (Erdlast vertikal ) ! -125.611 ! 125.611 ! 125.611  
 M.eh = (Erdlast horizontal) ! 68.270 ! -68.270 ! -68.270  
 M.pV = (Verkehr vertikal ) ! -10.363 ! 10.363 ! 10.363  
 M.pH = (Verkehr horizontal) ! 4.946 ! -4.946 ! -4.946  
 M.pe = (Überdruck ) ! 0.509 ! 0.509 ! 0.509  
 M.auf= (Auftrieb ) ! 8.720 ! -7.645 ! -14.056  
 -----  
 Summe M.q = (Gesamtlast) ! -70.758 ! 70.743 ! 77.013  
 -----  
 M.Gk (Summe ständige Last ) ! -65.341 ! 65.326 ! 71.596  
 M.Qk (Summe veränderliche L) ! -5.417 ! 5.417 ! 5.417  
 M.Gd=gamma.G\*M.Gk=1.35\*M.Gk ! -88.211 ! 88.191 ! 96.654  
 M.Qd=gamma.Q\*M.Qk=1.35\*M.Qk ! -7.313 ! 7.313 ! 7.313  
 M.Ed = M.Gd + M.Qd ! -95.524 ! 95.504 ! 103.967  
 -----

-----  
 Normalkräfte (kN/m) :  
 N.g = (Eigengewicht ) ! -19.298 ! 3.071 ! -17.541  
 N.w = (Wasserfüll./Grundw.) ! 5.401 ! 15.701 ! 19.746  
 N.ev = (Erdlast vertikal ) ! -317.000 ! 0.000 ! 0.000  
 N.eh = (Erdlast horizontal) ! 0.000 ! -172.289 ! -172.289  
 N.pV = (Verkehr vertikal ) ! -26.152 ! 0.000 ! 0.000  
 N.pH = (Verkehr horizontal) ! 0.000 ! -12.482 ! -12.482  
 N.pe = (Überdruck ) ! 70.440 ! 70.440 ! 70.440  
 N.auf= (Auftrieb ) ! -5.401 ! -15.701 ! -19.746  
 -----  
 Summe N.q = (Gesamtlast) ! -292.010 ! -111.260 ! -131.873  
 -----  
 N.Gk (Summe ständige Last ) ! -265.858 ! -98.779 ! -119.391  
 N.Qk (Summe veränderliche L) ! -26.152 ! -12.482 ! -12.482  
 N.Gd=gamma.G\*N.Gk=1.35\*N.Gk ! -358.908 ! -133.351 ! -161.177  
 N.Qd=gamma.Q\*N.Qk=1.35\*N.Qk ! -35.306 ! -16.851 ! -16.851  
 N.Ed = N.Gd + N.Qd ! -394.214 ! -150.202 ! -178.028  
 -----

RIB-Programm DWA-A161 18.0 D U R C H P R E S S R O H R Seite/Page 13

BSP. A161 neu EC2 2-lagig C60/75

**Bemessung im Zustand II nach DIN EN 1992-1-1**

mit  $\gamma_c = 1.50$ ,  $\gamma_s = 1.15$ ,  $\alpha_D = 0.85$ ,  $\gamma_R = 1.35$   
 und  $f_{cd} = 34.00$

Schnitt	!	Kämpfer	!	Scheitel	!	Sohle
Wanddicke t / Nutzhöhe d	!	310/272	!	310/279	!	310/279
DESIGN-Bemessung:						
Stahldehnung eps.s (0/00)!		25.00	!	25.00	!	25.00
Betonstauchung eps.1 (0/00)!		-2.49	!	-2.12	!	-2.26
Innerer Hebelarm (cm)!		26.30	!	27.10	!	27.10
erforderlich As,ring (cm <sup>2</sup> /m)!		3.1	!	5.7	!	6.1
vorhanden As,ring (cm <sup>2</sup> /m)!		13.6	!	18.1	!	18.1

**Rohrvergleichsspannung (sigma.VR) im Zustand I nach DIN V 1201 (N/mm<sup>2</sup>)**

mit  $\gamma_G = 1.0$ ,  $\gamma_Q = 1.0$  und  $\gamma_R = 1.0$

sigma.M	=	!	3.515	!	3.391	!	3.692
sigma.N	=	!	-0.817	!	-0.311	!	-0.369
sigma.N/sigma.M	=	!	-0.232	!	-0.092	!	-0.100
Beiwert fR (DIN V 1201)	=	!	0.969	!	1.094	!	1.088
vorhanden sigma.VR,Ed	=	!	2.615	!	3.371	!	3.614
zulässig sigma.VR,Rd	=	!	7.543	!	7.543	!	7.543

Stabilitätsnachweis im BT entfällt

RIB-Programm DWA-A161 18.0 D U R C H P R E S S R O H R Seite/Page 14

BSP. A161 neu EC2 2-lagig C60/75

Zulässige VORTRIEBSKRAFT F.j nach DWA-A 161: 2013

-----

### Ausgangsdaten:

-----

Nummer des Segments:

Berechnet wird das 1. Segment = 1. Bogen der Strecke ab Presse

Trassengeometrie:

Das Trassensegment ist ein Kreisbogen mit Radius 5000.00 [m]

Übergangsbogen sind vorhanden.

Es handelt sich nicht um Pilotrohrvortrieb.

Rohrgeometrie:

Länge einzelnes Rohr = 3.000 [m]

Aussendurchmesser  $D_a$  = 3480.0, kleinster  $d_{a.min}$  = 3380.0 [mm]

Innendurchmesser  $D_i$  = 2860.0, grösster  $d_{i.max}$  = 2960.0 [mm]

Wanddicke  $t$  = 0.3100, kleinste  $t_{min}$  = 0.2100 [m]

am Spitzende  $t_{ror}$  = 0.2100 [m]

minimale Fläche  $A.R$  = 2.0914 [m<sup>2</sup>]

Rohrmaterial:

E-Modul in Achsrichtung  $E_{axl}$  = 36800.0 [N/mm<sup>2</sup>]

Längs-Druckfestigkeit  $f.k$  = 60.0 [N/mm<sup>2</sup>]

mittlere Zugfestigkeit  $f_{tm}$  = 4.1 [N/mm<sup>2</sup>]

Rechenwert der Festigkeit  $f.d$  = 44.4 [N/mm<sup>2</sup>]

Teils.Beiwert für Bauteilwiderstand in Achsrichtung  $\Gamma_{M.axl}$  = 1.35

Druckübertragungsring (DUER):

Anzahl DUERs pro Rohrfuge  $n_{duer}$  = 1

DUER-Aussendurchmesser  $D_{a.duer}$  = 3380. [mm]

Abstand DUER zu Rohr.aussen.min  $a.a$  = 0. [mm]

DUER-Innendurchmesser  $D_{i.duer}$  = 2960. [mm]

Abstand DUER zu Rohr.innen.max  $a.i$  = 0. [mm]

DUER-Breite  $t.duer$  = 0.210 [m]

DUER-Fläche  $A.duer$  = 2.091 [m<sup>2</sup>]

1. DUER: Werkstoff-Nr. 1, Dicke  $s_d()$  = 30.0 [mm]

Eingegebene Vorbelastung = 30. % ist vorrangig wenn > 0

Bauausführung:

TeilsicherheitsBeiwert für Einwirkungen bei Belastung längs der Achse

und vorübergehende Bemessungssituation (Tab. 12)  $\Gamma_{f.axl}$  = 1.15

Vortriebskraft, geschätzt  $V_{estim}$  = 10000. [kN]

Gemessene oder garantierte Abwinkelungen, falls  $\geq 0$ : keine eingegeben



BSP. A161 neu EC2 2-lagig C60/75

## Berechnung

Abwinkelung aus Krümmung der Trasse  $\phi_i.R = 0.000$  [Grad]  
Abwinkelung aus Steuerbewegungen  $\phi_i.St0 = 0.152$  [Grad]  
 $\phi_i.St = 0.211$  [Grad]

Maximale Abweichung des Rohrspiegels  
von der Rechtwinkligkeit  $d.a.cal = 10.0$  [mm]  
Hieraus Abwinkelung aus Fertigungstoleranz  $\phi_i.d.a.cal = 0.170$  [Grad]  
Rechnerische gesamte Abwinkelung pro Fuge  $\phi_i.ges = 0.305$  [Grad]

(Abstand DUER zu Rohrwandung)/t.min:  
aussen  $a.a/t.min = at.a = 0.0000$  [mm]  
innen  $a.i/t.min = at.i = 0.0000$  [mm]  
mittel  $at.m = 0.0000$  [mm]  
Beiwert nach Bild 15  $\kappa.R1 = 0.0000$   
Beiwert nach Bild 16  $\kappa.R2 = 0.0000$   
Maximaler Beiwert  $\kappa.R = 0.0000$   
Beiwert für max.zul.Sigma  $\alpha.DT = 1.0000$   
t.Rohr.min/t.DUER  $\kappa.t = 1.0000$   
max.zul.Sigma im Rohr  $\sigma_{cal} = 44.44$  [N/mm<sup>2</sup>]  
  
Druckspannung im Rohr  $\sigma_{max} = 44.44$  [N/mm<sup>2</sup>]  
Beiwert  $\alpha.b = 0.8116$   
Beiwert  $\alpha.\phi = 0.0000$   
Verformungsfaktor  $\kappa.ab = 0.5000$   
Verformung des Rohres  $\delta.sR = 1.81$  [mm]

RIB-Programm DWA-A161 18.0 D U R C H P R E S S R O H R Seite/Page 16

BSP. A161 neu EC2 2-lagig C60/75

```
Iteration n_iter = 0: *****
Gleichverteilte Spannung      sig0.DUER =  4.78 [N/mm2]
Massgebende VorbelastungsSpannung sig1  = 13.33 [N/mm2]
DUER-Vorbelastung VBi
in Prozent von sigm.cal:  VBi = 30.00 [%]
einggegebenes VBi (darf nicht unterschritten werden) = 30.00 [%]
Die Berechnung erfolgt mit VBi = 30.00 [%]
DUER Nr.                      1
Dicke                        30.00 [mm]
Material                     Vollholz
E-Modul                      1148.50 [N/mm2]
linearer VergleichsModul     225.93 [N/mm2]
Verformungsanteil           5.90
DUER-Gesamt-Verformung  delta.sD = 5.9 [mm]
Fugenklaffungsmass         z_k = 0.429 von 1.0
Integral                     = 0.2073 [m2]
Verhältnis sigm.max zu sigm.0 = smaxds0 = 5.04
Geschätzte Vortriebskraft    V_estim = 10000.0 [kN]
Zulässige Vortriebskraft     zul. F.j = 16022.8 [kN]
```

```
Iteration n_iter = 1: *****
Gleichverteilte Spannung      sig0.DUER =  6.22 [N/mm2]
Massgebende VorbelastungsSpannung sig1  = 13.33 [N/mm2]
DUER-Vorbelastung VBi
in Prozent von sigm.cal:  VBi = 30.00 [%]
Die Berechnung erfolgt mit VBi = 30.00 [%]
DUER Nr.                      1
Dicke                        30.00 [mm]
Material                     Vollholz
E-Modul                      1148.50 [N/mm2]
linearer VergleichsModul     225.93 [N/mm2]
Verformungsanteil           5.90
DUER-Gesamt-Verformung  delta.sD = 5.9 [mm]
Fugenklaffungsmass         z_k = 0.429 von 1.0
Integral                     = 0.2073 [m2]
Verhältnis sigm.max zu sigm.0 = smaxds0 = 5.04
Geschätzte Vortriebskraft    V_estim = 13011.4 [kN]
Zulässige Vortriebskraft     zul. F.j = 16022.8 [kN]
```

BSP. A161 neu EC2 2-lagig C60/75

```
Iteration n_iter = 2: *****
Gleichverteilte Spannung      sig0.DUER = 7.66 [N/mm2]
Massgebende VorbelastungsSpannung sig1 = 15.32 [N/mm2]
DUER-Vorbelastung VBi
in Prozent von sigm.cal:  VBi = 34.48 [%]
Die Berechnung erfolgt mit VBi = 34.48 [%]
DUER Nr.                      1
Dicke                         30.00 [mm]
Material                       Vollholz
E-Modul                       1330.35 [N/mm2]
linearer VergleichsModul      243.16 [N/mm2]
Verformungsanteil             5.48
DUER-Gesamt-Verformung  delta.sD = 5.5 [mm]
Fugenklaffungsmass          z_k = 0.406 von 1.0
Integral                      = 0.1990 [m2]
Verhältnis sigm.max zu sigm.0 = smaxds0 = 5.25
Geschätzte Vortriebskraft     V_estim = 16022.8 [kN]
Zulässige Vortriebskraft     zul. F.j = 15382.8 [kN]
```

```
Iteration n_iter = 3: *****
Gleichverteilte Spannung      sig0.DUER = 7.51 [N/mm2]
Massgebende VorbelastungsSpannung sig1 = 15.02 [N/mm2]
DUER-Vorbelastung VBi
in Prozent von sigm.cal:  VBi = 33.79 [%]
Die Berechnung erfolgt mit VBi = 33.79 [%]
DUER Nr.                      1
Dicke                         30.00 [mm]
Material                       Vollholz
E-Modul                       1298.60 [N/mm2]
linearer VergleichsModul      240.24 [N/mm2]
Verformungsanteil             5.55
DUER-Gesamt-Verformung  delta.sD = 5.5 [mm]
Fugenklaffungsmass          z_k = 0.409 von 1.0
Integral                      = 0.2003 [m2]
Verhältnis sigm.max zu sigm.0 = smaxds0 = 5.22
Geschätzte Vortriebskraft     V_estim = 15702.8 [kN]
Zulässige Vortriebskraft     zul. F.j = 15485.9 [kN]
```

BSP. A161 neu EC2 2-lagig C60/75

```
Iteration n_iter = 4: *****
Gleichverteilte Spannung      sig0.DUER = 7.46 [N/mm2]
Massgebende VorbelastungsSpannung sig1 = 14.91 [N/mm2]
DUER-Vorbelastung VBi
in Prozent von sigm.cal:  VBi = 33.55 [%]
Die Berechnung erfolgt mit VBi = 33.55 [%]
DUER Nr.                      1
Dicke                         30.00 [mm]
Material                       Vollholz
E-Modul                       1288.15 [N/mm2]
linearer VergleichsModul      239.27 [N/mm2]
Verformungsanteil             5.57
DUER-Gesamt-Verformung  delta.sD = 5.6 [mm]
Fugenklaffungsmass           z_k = 0.411 von 1.0
Integral                       = 0.2008 [m2]
Verhältnis sigm.max zu sigm.0 = smaxds0 = 5.21
Geschätzte Vortriebskraft      V_estim = 15594.4 [kN]
Zulässige Vortriebskraft      zul. F.j = 15520.6 [kN]
```

```
Iteration n_iter = 5: *****
Gleichverteilte Spannung      sig0.DUER = 7.44 [N/mm2]
Massgebende VorbelastungsSpannung sig1 = 14.88 [N/mm2]
DUER-Vorbelastung VBi
in Prozent von sigm.cal:  VBi = 33.48 [%]
Die Berechnung erfolgt mit VBi = 33.48 [%]
DUER Nr.                      1
Dicke                         30.00 [mm]
Material                       Vollholz
E-Modul                       1284.63 [N/mm2]
linearer VergleichsModul      238.95 [N/mm2]
Verformungsanteil             5.58
DUER-Gesamt-Verformung  delta.sD = 5.6 [mm]
Fugenklaffungsmass           z_k = 0.411 von 1.0
Integral                       = 0.2009 [m2]
Verhältnis sigm.max zu sigm.0 = smaxds0 = 5.20
Geschätzte Vortriebskraft      V_estim = 15557.5 [kN]
Zulässige Vortriebskraft      zul. F.j = 15532.3 [kN]
```

RIB-Programm DWA-A161 18.0 D U R C H P R E S S R O H R Seite/Page 19

BSP. A161 neu EC2 2-lagig C60/75

Ergebnis nach 5 Iterationen:

Geschätzte Vortriebskraft	VPRES	=	10000.0	[kN]
Zulässige Vortriebskraft	zul. F.j	=	15532.3	[kN]
Fugenklaffungsmass	z_k	=	0.411	von 1.0
DUER-Vorbelastung	VBi	=	33.48	[%]

---

### Stahlgewicht ohne Zuschläge für Muffe oder Stahlverschnitt

Ringbewehrung	246.1	kg/m
Längsbewehrung	18.1	kg/m
<hr/>		
Gesamtbewehrung	264.2	kg/m

---

Number of errors: W = 1, E = 0, F = 0

Programm Duro: Ende der Berechnung von Eingabedatei \_DURO.DUR

---