

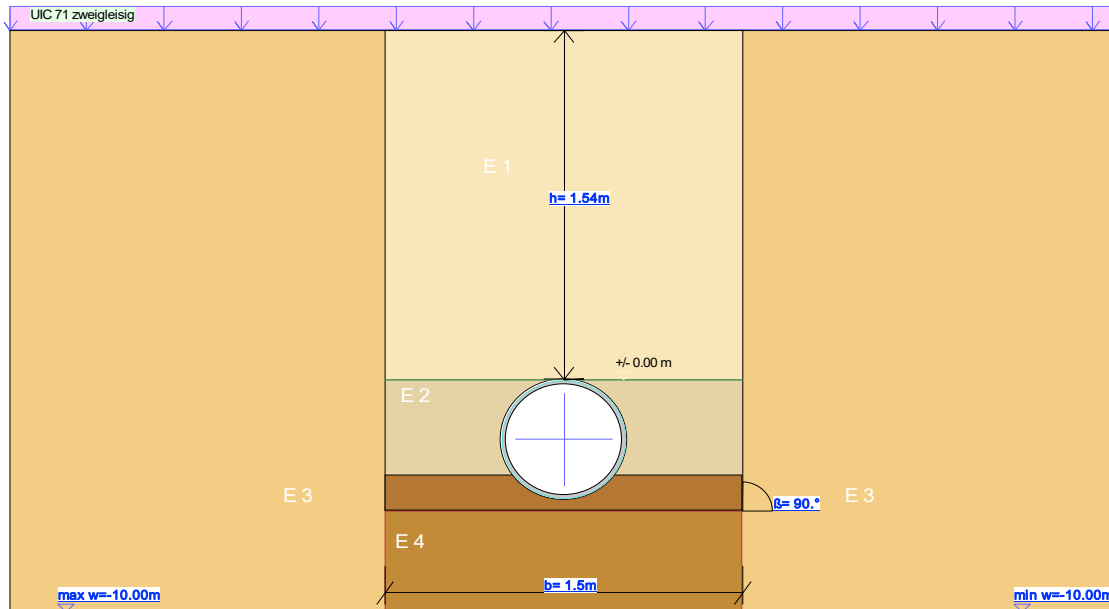
RIB-Programm DWA-A127 18.0 ROHRSTATIK Seite/Page 1

Eberbach, DB-Kreuzung, Stahlrohr St 37 DN 500

Eingabedatei: ZFSV-Boden_Stahlrohr.ror

Datum/Date : 5. 4.2018

Eberbach, DB-Kreuzung, Stahlrohr St 37 DN 500



STATISCHE BERECHNUNG FÜR ROHRE

nach DWA-Arbeitsblatt A127: Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und Entwässerungsleitungen (RIB-Programm *A127*)

Stahlrohre DIN 1629/1626

Protokoll der Eingabe:

Rohrabbmessungen und Rohrdaten:

Nennweite	DN 500
Außendurchmesser	da = 523.4 mm
Innendurchmesser	di = 493.4 mm
Wanddicke	t = 15.0 mm

Werkstoffkennwerte:

Wichte des Rohrwerkstoffes	Wichte.R = 78.500 kN/m ³
Elastizitätsmodul des Rohrs	E.R = 210000 N/mm ²
Rechenwert der Biegespannung	sigma.R = 320.0 N/mm ²

Einbau:

Die Rohre sind berechnet für einen Einbau nach DIN EN 1610 und ATV-DVWK-A 139:

- Bettung Typ 1 bzw. 3 in Sand/Sand-Kies bzw. auf gewachsenem Boden nach DIN EN 1610, Bild 3 oder 5, bzw. ATV-DVWK-A 139, Bild 5
Bettungswinkel $2 \cdot \alpha = 180$ Grad
- Einbettungsbedingung B1:
Flüssigboden im Einbettungsbereich
Lagenweise gegen den gewachsenen Boden bzw. lagenweise in der Dammschüttung verdichtete Bettung und Seitenverfüllung
- Überschüttungsbedingung A1:
Flüssigboden im Überschüttungsbereich
Lagenweise gegen den gewachsenen Boden verdichtete Grabenverfüllung bzw. Dammschüttung.
- Berechnungsgrabenbreite $b = 1.5$ m

Böschungswinkel Beta = 90 Grad
RIB-Programm DWA-A127 18.0 R O H R S T A T I K Seite/Page 2

Eberbach, DB-Kreuzung, Stahlrohr St 37 DN 500

Lastannahmen:

Überdeckungshöhe h = 1.54 m
Relative Ausladung a = 1.00
Verkehrslast: LM 71 - mehrgleisig
Grundwasser: nicht vorhanden

Bodenwerte:

Bodenzonen	Zone 1 Hauptverfüllung	Zone 2 Leitungszone	Zone 3 gewachs. Boden	Zone 4 unterm Rohr
Einbaubedingngen	A1	B1		
Bodenwerte	G5	G5	G1	
Proctordichte	Dpr = 100 %	Dpr = 100 %	Dpr = 95 %	
Verformungsmodul	E1 = 25.0	E2 = 25.0	E3 = 23.0	E4 = 230.0
Reibungswinkel	Phi' = 34.0		Phi' = 33.0	
Wichte	Gamma = 20.0			
bei Auftrieb	Gamma' = 11.0			

Die Bodengruppen bedeuten (siehe Abschnitt 3.1):
Gruppe G1: nichtbindige Sande und Kiese, zu verdichten auf Dpr 95%
Gruppe G2: schwachbindige Sande und Kiese, zu verdichten auf Dpr 95%
Gruppe G3: bindige Mischböden und Schluff, zu verdichten auf Dpr 92%
Gruppe G4: bindige Böden (Ton und Lehm), zu verdichten auf Dpr 92%

Anmerkung: Biegeweiche Rohre sollen nicht in bindigen Böden der Gruppe G3 oder G4 eingebettet werden, ausgenommen der Fall, dass der Spannungsnachweis für die Bemessung maßgebend ist.

Berechnungsergebnisse:

Bodenzonen	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
Erddr. Verhältnis	K1 = 0.500	K2 = 0.500		
Grenzwert	E2	E2 = 25.0		
Kriechfaktor	f1	f1 = 1.0		
Faktor	f2	f2 = 1.000		
Faktor Alpha.B	alp.B	alp.B = 1.000		
wirksam E	E1 = 25.0	E2 = 25.0	E3 = 23.0	E4 = 230.0
wirksam Phi'	phi' = 33.0			
wirksam Delta	del = 22.0			

In Zone 1 wird ein Zfs-Verfüllbaustoff eingebaut.
In Zone 2 wird ein Zfs-Verfüllbaustoff eingebaut.
Grabenverbau wird im noch fließfähigen Zustand des Zfs-Bodens gezogen.

Eberbach, DB-Kreuzung, Stahlrohr St 37 DN 500

Nachweis ausreichender Stabilität des Materials im flüssigen Zustand:

Einhaltung der Mindestfließgrenze:

$\tau_{f} \geq \tau_{o,min}$

192.0 \geq 192.0 N/mm²

Nachweis erfüllt

mit $\tau_{o,min} = (4/3) * (\gamma_{Korn} - \gamma_{Fluid}) * r_{Korn,90}$

mit $\tau_{o,min} = (4/3) * (27.0 - 11.0) * 9.0 = 192.0$

Druckfestigkeiten und Wiederaushubfähigkeit des Verfüllbodens

mit Festigkeitszuwachs f_z (N/mm²) zwischen $t_1=7$ und $t_2=56$ Tagen

bei einer Druckfestigkeit $f_{c,7d} = 0.150$ N/mm² nach $t_1=7$ Tagen

$f_{c,56d} = 0.280$ N/mm² nach $t_2=56$ Tagen

$f_{c,28d} = 0.240$ N/mm² nach $t_3=28$ Tagen

mit $f_z = (f_{c,56d} - f_{c,7d}) / (\log(t_2/t_1)) = 0.144$

Charakteristik der Wiederaushubfähigkeit:

leicht; von Hand

Wirksame relative Ausladung $a' = a * E_1 / E_2 = 1.000$
Abminderungsfaktor Grabenlast $\kappa = 1.000$
Abminderungsfaktor Flächenlast $\kappa_{a.0} = 1.000$

Rohrsteifigkeit $SR = 3.596$ N/mm²
 $\zeta = 0.977$
Horizontale Bettungssteifigkeit $SB_h = 14.65$ N/mm²
Vertikale Bettungssteifigkeit $SB_v = 25.00$ N/mm²
Systemsteifigkeit Rohr/Boden $VRB = 0.245$
 $K^* = 0.268$
 $cv^* = -0.066$
Steifigkeitsverhältnis $VS = 2.17$

Konzentrationsfaktoren $\max.\lambda = 1.465$
 $\lambda_{a.R} = 1.242$
 $\lambda_{a.RG} = 1.150$
 $\lambda_{a.B} = 0.919$

Belastungen:

Erdlasten:

- im Boden über dem Rohr $p_E = 30.8$ kN/m²
- vertikal $\lambda_{a.RG} * p_E = e_v = 35.4$ kN/m²
- horizontal $q_h = e_h = 16.8$ kN/m²
- Bettungsreaktionsdruck $(e_v - e_h) * K^* = e_h^* = 5.0$ kN/m²

Verkehrslasten:

- Verkehrsbelastung $p = 48.7$ kN/m²
- Stoßbeiwert $\phi_i = 1.62$
 Stoßbeiwert Grund $\phi_{i0} = 1.67$
- statisch wirkend $p_V = 78.7$ kN/m²
- statisch wirkend $p_H = 30.5$ kN/m²

Eberbach, DB-Kreuzung, Stahlrohr St 37 DN 500

- Bettungsreaktionsdruck	(pV-pH) * K* = ph* =	12.9 kN/m ²
- dynamisch wirkend	dyn.pV =	78.7 kN/m ²
- dynamisch wirkend	dyn.pH =	30.5 kN/m ²
- Bettungsreaktionsdruck mit	dyn.ph* =	0.0 kN/m ²
	alpha =	1.0

Maximale Gesamtbelastung	qv =	114.1 kN/m ²
	qh =	47.3 kN/m ²
	qh* =	18.4 kN/m ²

 Schnitt Kämpfer Scheitel Sohle

Querschnittswerte:

Fläche	in cm ² /m :	150.000	150.000	150.000
Widerstandsmoment	in cm ³ /m :	37.500	37.500	37.500
Korrekturfaktor inn.alpha.K =		1.020	1.020	1.020
Korrekturfaktor auß.alpha.K =		0.980	0.980	0.980

Schnittkräfte nach Abschnitt 9.1 (Schnittkraftvorwerte nach Tabelle T3)

Momente (kNm/m):

M.g (Eigengewicht)	):	-0.030	0.026	0.034
M.w (Wasserfüllung/Grundwasser)	):	-0.032	0.028	0.036
M.ev (Erdlast-vertikal)	):	-0.572	0.572	0.572
M.eh (Erdlast-horizontal)	):	0.271	-0.271	-0.271
M.eh*(Erd-Bettungsreaktionen)	):	0.067	-0.058	-0.058
M.pV (Verkehr-vertikal)	):	-1.271	1.271	1.271
M.pH (Verkehr-horizontal)	):	0.493	-0.493	-0.493
M.ph*(VerkehrBettungsreaktionen)	):	0.173	-0.151	-0.151
Summe M (Gesamtlast)	=	-0.901	0.925	0.940

 Verkehrslast-Momente bei nicht vorwiegend ruhender Belastung:

M.pV (dyn) =		-1.271	1.271	1.271
M.pH (dyn) =		0.493	-0.493	-0.493
M.Gk (Summe ständige Last)	)=	-0.296	0.297	0.313
M.Qk (Summe veränderliche Last)	)=	-0.605	0.627	0.627
M.Gd = gamma.G*M.Gk = 1.35*M.Gk =		-0.400	0.402	0.422
M.Qd = gamma.Q*M.Qk = 1.35*M.Qk =		-0.816	0.847	0.847
M.Ed = M.Gd + M.Qd	=	-1.216	1.248	1.269

Eberbach, DB-Kreuzung, Stahlrohr St 37 DN 500

Normalkräfte (kN/m):

N.g (Eigengewicht)	:	-0.470	0.050	-0.050
N.w (Wasserfüllung/Grundwasser)	:	0.139	0.377	0.916
N.ev (Erdlast-vertikal)	:	-9.008	0.000	0.000
N.eh (Erdlast-horizontal)	:	0.000	-4.265	-4.265
N.eh*(Erd-Bettungsreaktionen)	:	0.000	-0.732	-0.732
N.pV (Verkehr-vertikal)	:	-19.997	0.000	0.000
N.pH (Verkehr-horizontal)	:	0.000	-7.756	-7.756
N.ph*(Verkehr-Bettungsreaktion)	:	0.000	-1.890	-1.890

 Summe N (Gesamtlast) = -29.336 -14.217 -13.778

Verkehrslast-Normalkräfte bei nicht vorwiegend ruhender Belastung:

N.pV (dyn)	=	-19.997	0.000	0.000
N.pH (dyn)	=	0.000	-7.756	-7.756

N.Gk (Summe ständige Last)	=	-9.339	-4.571	-4.132
N.Qk (Summe veränderliche Last)	=	-19.997	-9.647	-9.647
N.Gd = gamma.G*N.Gk = 1.35*N.Gk	=	-12.608	-6.170	-5.578
N.Qd = gamma.Q*N.Qk = 1.35*N.Qk	=	-26.996	-13.023	-13.023
N.Ed = N.Gd + N.Qd	=	-39.604	-19.193	-18.601

Spannungsnachweis-charakt. nach Abschnitt 9.2 (N/mm²)

sigma.M innen = M*alfa.I/W	!	-24.0	!	24.7	!	25.1
sigma.M aussen = M*alfa.A/W	!	24.0	!	-24.7	!	-25.1
sigma.N = N/A	!	-2.0	!	-0.9	!	-0.9
vorh sigma innen aus N+M	!	-26.0	!	23.7	!	24.1
vorh sigma aussen aus N+M	!	22.1	!	-25.6	!	-26.0

Spannungsnachweis-Design nach Abschnitt 9.2 (N/mm²)

sigma.M innen = M*alfa.I/W	!	-32.4	!	33.3	!	33.8
sigma.M aussen = M*alfa.A/W	!	32.4	!	-33.3	!	-33.8
sigma.N = N/A	!	-2.6	!	-1.3	!	-1.2
vorh sigma innen aus N+M	!	-35.1	!	32.0	!	32.6
vorh sigma aussen aus N+M	!	29.8	!	-34.6	!	-35.1
zul. beta.BZR =	!	320.0	!	320.0	!	320.0
zul. beta.D =	!	360.0	!	360.0	!	360.0

Sicherheitsbeiwerte:

vorhanden	gamma =	!	9.33	!	9.09	!	8.92
erforderlich	gamma =	!	1.00	!	1.00	!	1.00

Eberbach, DB-Kreuzung, Stahlrohr St 37 DN 500

Betriebsfestigkeitsnachweis nach ATV A 161, Abschnitt 7.6.2

 Für Stahlrohre unter Gleisen ist ein Betriebsfestigkeitsnachweis
 entsprechend DS 804 der DB zu führen. Der Nachweis darf vereinfacht
 wie folgt erstellt werden. (Spannungen in N/mm²)

Schnitt	Kämpfer	Scheitel	Sohle
phi * max sigma.p = M.p,dyn*alpha.K/W+N.p,dyn/A =	-21.7	-21.7	-21.7
delta sigma,Be = phi * max sigma.p/psi =	-16.0	-16.0	-16.0
min sigma.o,Be = sigma.g,stat = M.g,stat*alpha.K/W+N.g,stat/A =	-8.4	-8.4	-8.8
Kerbgruppe chi,Be	0.3430	0.3436	0.3538
zul. delta sigma,Be aus Tab.11 (ATV A 161) =	34.4	34.4	34.1
Betriebsfestigkeitsnachweis |delta sigma,Be| <=			
zul.delta sigma,Be	erfüllt	erfüllt	erfüllt
gamma	2.143	2.142	2.129

Berechnung der Kurzzeit-Verformung:

Auflagerwinkel	2 * Alpha' =	180 Grad
Wirksamer Verformungsmodul	E2 =	25.0 N/mm ²
Wirksames Erddruckverhältnis	K2 =	0.500
Wirksame relative Ausladung	a' = a * E1 / E2 =	1.000
Abminderungsfaktor Grabenlast	kappa =	1.000
Abminderungsfaktor Flächenlast	kappa.0 =	1.000
Rohrsteifigkeit	SR =	3.596 N/mm ²
	zeta =	0.977
Horizontale Bettungssteifigkeit	SBh =	14.65 N/mm ²
Vertikale Bettungssteifigkeit	SBv =	25.00 N/mm ²
Systemsteifigkeit Rohr/Boden	VRB =	0.245
	K* =	0.268
	cv* =	-0.066
Steifigkeitsverhältnis	VS =	2.17
Konzentrationsfaktoren	max.lambda =	1.465
	lambda.R =	1.242
	lambda.RG =	1.150
	lambda.B =	0.919

Eberbach, DB-Kreuzung, Stahlrohr St 37 DN 500

Belastungen:

Erdlasten:

- im Boden über dem Rohr		$pE =$	30.8 kN/m ²
- vertikal	$\lambda \cdot RG \cdot pE =$	$e_v =$	35.4 kN/m ²
- horizontal		$q_h =$	16.8 kN/m ²
- Bettungsreaktionsdruck	$(e_v - e_h) \cdot K^* =$	$e_h^* =$	5.0 kN/m ²

Verkehrslasten:

- Verkehrsbelastung		$p =$	48.7 kN/m ²
- Stoßbeiwert		$\phi =$	1.62
Stoßbeiwert Grund		$\phi_0 =$	1.67
- statisch wirkend		$p_V =$	78.7 kN/m ²
- statisch wirkend		$p_H =$	30.5 kN/m ²
- Bettungsreaktionsdruck	$(p_V - p_H) \cdot K^* =$	$p_h^* =$	12.9 kN/m ²
- dynamisch wirkend		$dyn.p_V =$	78.7 kN/m ²
- dynamisch wirkend		$dyn.p_H =$	30.5 kN/m ²
- Bettungsreaktionsdruck		$dyn.p_h^* =$	0.0 kN/m ²
mit		$\alpha =$	1.0

Maximale Gesamtbelastung

$q_v =$	114.1 kN/m ²
$q_h =$	47.3 kN/m ²
$q_h^* =$	18.4 kN/m ²

Kurzzeitverformung des Rohrs (ohne Verkehrsbelastung):

Kurzzeit-Elastizitätsmodul	E-Rohr =	210000.0 N/mm ²
Durchbiegung des Rohrs -	$\Delta d =$	0.2 mm
unter ständigen Lasten	$\Delta d =$	0.0 %

Berechnung der Langzeit-Verformung:

Wirksamer Verformungsmodul	$E_2 =$	25.0 N/mm ²
Wirksames Erddruckverhältnis	$K_2 =$	0.500
Wirksame relative Ausladung	$a' = a \cdot E_1 / E_2 =$	1.000
Abminderungsfaktor Grabenlast	$\kappa =$	1.000
Abminderungsfaktor Flächenlast	$\kappa_{0.0} =$	1.000
Rohrsteifigkeit	$SR =$	3.596 N/mm ²
	$\zeta =$	0.977
Horizontale Bettungssteifigkeit	$SB_h =$	14.65 N/mm ²
Vertikale Bettungssteifigkeit	$SB_v =$	25.00 N/mm ²
Systemsteifigkeit Rohr/Boden	$VRB =$	0.245
	$K^* =$	0.268
	$cv^* =$	-0.066
Steifigkeitsverhältnis	$VS =$	2.17

Eberbach, DB-Kreuzung, Stahlrohr St 37 DN 500

Konzentrationsfaktoren
 max.lambda = 1.465
 lambda.R = 1.242
 lambda.RG = 1.150
 lambda.B = 0.919

Belastungen:

Erdlasten:
 - im Boden über dem Rohr pE = 30.8 kN/m²
 - vertikal lambda.RG * pE = ev = 35.4 kN/m²
 - horizontal qh = eh = 16.8 kN/m²
 - Bettungsreaktionsdruck (ev - eh) * K* = eh* = 5.0 kN/m²
 Verkehrslasten:
 - Verkehrsbelastung p = 48.7 kN/m²
 - Stoßbeiwert phi = 1.62
 Stoßbeiwert Grund phi0 = 1.67
 - statisch wirkend pV = 78.7 kN/m²
 - statisch wirkend pH = 30.5 kN/m²
 - Bettungsreaktionsdruck (pV-pH) * K* = ph* = 12.9 kN/m²
 - dynamisch wirkend dyn.pV = 78.7 kN/m²
 - dynamisch wirkend dyn.pH = 30.5 kN/m²
 - Bettungsreaktionsdruck mit dyn.ph* = 0.0 kN/m²
 alpha = 1.0

Maximale Gesamtbelastung
 qv = 114.1 kN/m²
 qh = 47.3 kN/m²
 qh* = 18.4 kN/m²

 Schnitt Kämpfer Scheitel Sohle

Querschnittswerte:

Fläche in cm ² /m :	150.000	150.000	150.000
Widerstandsmoment in cm ³ /m :	37.500	37.500	37.500
Korrekturfaktor inn.alpha.K =	1.020	1.020	1.020
Korrekturfaktor auß.alpha.K =	0.980	0.980	0.980

Schnittkräfte nach Abschnitt 9.1 (Schnittkraftvorwerte nach Tabelle T3)

Momente (kNm/m):

M.g (Eigengewicht)	):	-0.030	0.026	0.034
M.w (Wasserfüllung/Grundwasser):		-0.032	0.028	0.036
M.ev (Erdlast-vertikal)	):	-0.572	0.572	0.572
M.eh (Erdlast-horizontal)	):	0.271	-0.271	-0.271
M.eh*(Erd-Bettungsreaktionen)	):	0.067	-0.058	-0.058
M.pV (Verkehr-vertikal)	):	-1.271	1.271	1.271
M.pH (Verkehr-horizontal)	):	0.493	-0.493	-0.493
M.ph*(VerkehrBettungsreaktionen):		0.173	-0.151	-0.151

RIB-Programm DWA-A127 18.0 R O H R S T A T I K Seite/Page 9

Eberbach, DB-Kreuzung, Stahlrohr St 37 DN 500

Summe M (Gesamtlast) = -0.901 0.925 0.940

 Verkehrslast-Momente bei nicht vorwiegend ruhender Belastung:

M.pV (dyn) = -1.271 1.271 1.271
 M.pH (dyn) = 0.493 -0.493 -0.493

 M.Gk (Summe ständige Last) = -0.296 0.297 0.313
 M.Qk (Summe veränderliche Last) = -0.605 0.627 0.627
 M.Gd = gamma.G*M.Gk = 1.35*M.Gk = -0.400 0.402 0.422
 M.Qd = gamma.Q*M.Qk = 1.35*M.Qk = -0.816 0.847 0.847
 M.Ed = M.Gd + M.Qd = -1.216 1.248 1.269

Normalkräfte (kN/m):

N.g (Eigengewicht) : -0.470 0.050 -0.050
 N.w (Wasserfüllung/Grundwasser) : 0.139 0.377 0.916
 N.ev (Erdlast-vertikal) : -9.008 0.000 0.000
 N.eh (Erdlast-horizantal) : 0.000 -4.265 -4.265
 N.eh*(Erd-Bettungsreaktionen) : 0.000 -0.732 -0.732
 N.pV (Verkehr-vertikal) : -19.997 0.000 0.000
 N.pH (Verkehr-horizantal) : 0.000 -7.756 -7.756
 N.ph*(Verkehr-Bettungsreaktion) : 0.000 -1.890 -1.890

 Summe N (Gesamtlast) = -29.336 -14.217 -13.778

 Verkehrslast-Normalkräfte bei nicht vorwiegend ruhender Belastung:

N.pV (dyn) = -19.997 0.000 0.000
 N.pH (dyn) = 0.000 -7.756 -7.756

 N.Gk (Summe ständige Last) = -9.339 -4.571 -4.132
 N.Qk (Summe veränderliche Last) = -19.997 -9.647 -9.647
 N.Gd = gamma.G*N.Gk = 1.35*N.Gk = -12.608 -6.170 -5.578
 N.Qd = gamma.Q*N.Qk = 1.35*N.Qk = -26.996 -13.023 -13.023
 N.Ed = N.Gd + N.Qd = -39.604 -19.193 -18.601

 Spannungsnachweis-charakt. nach Abschnitt 9.2 (N/mm²)

sigma.M innen = M*alfa.I/W ! -24.0 ! 24.7 ! 25.1
 sigma.M aussen = M*alfa.A/W ! 24.0 ! -24.7 ! -25.1
 sigma.N = N/A ! -2.0 ! -0.9 ! -0.9
 vorh sigma innen aus N+M ! -26.0 ! 23.7 ! 24.1
 vorh sigma aussen aus N+M ! 22.1 ! -25.6 ! -26.0

 Spannungsnachweis-Design nach Abschnitt 9.2 (N/mm²)

sigma.M innen = M*alfa.I/W ! -32.4 ! 33.3 ! 33.8
 sigma.M aussen = M*alfa.A/W ! 32.4 ! -33.3 ! -33.8
 sigma.N = N/A ! -2.6 ! -1.3 ! -1.2
 vorh sigma innen aus N+M ! -35.1 ! 32.0 ! 32.6
 vorh sigma aussen aus N+M ! 29.8 ! -34.6 ! -35.1
 zul. beta.BZR = ! 320.0 ! 320.0 ! 320.0
 zul. beta.D = ! 360.0 ! 360.0 ! 360.0

 Sicherheitsbeiwerte:

vorhanden gamma = ! 9.33 ! 9.09 ! 8.92
 erforderlich gamma = ! 1.00 ! 1.00 ! 1.00

Eberbach, DB-Kreuzung, Stahlrohr St 37 DN 500

Langzeitverformung des Rohrs (mit Verkehrsbelastung):
Langzeit-Elastizitätsmodul E-Kriech = 210000. N/mm²
Durchbiegung des Rohrs - delta-d = 0.6 mm
unter Maximalbelastung delta-d = 0.1 %
Zulässige Durchbiegung zul. delta = 10.0 mm
unter den Gleisen der DB zul. delta = 2.0 %

W*** Kappal: Delta_v-Wert 0.12 nicht definiert; gerechnet wird mit 1.0
ergibt KAPPA_a1(r_m/s = 16.95, V_rb = 0.24546, Delta_v = 1.00%)= 0.934

Stabilitätsnachweis nach Abschnitt 9.5 (Beulsicherheit):

Durchschlagsbeiwert (Diagramm D10) alpha-D = 4.69264
Abminderungsfaktor (Diagramm D11) kappa-nue2 = 0.809
Abminderungsfaktor (Diagramm D12) kappa-a2 = 0.905
Abminderungsfaktor (Diagramm D13) kappa-a1 = 0.934
Abminderungsfaktor kappa-a=kappa-a1*kappa-a2 = 0.846
Gewichtete Rohrsteifigkeit So-quer (Langzeit)= 449.464 kN/m²
Rechenwert Rohrsteifigkeit So (Langzeit)= 449.464 kN/m²
Krit. Beulspannung-Erddruck krit.qv = 12680.0 kN/m²
Krit. Beulspannung-Wasserdruck krit.pw = 0.0 kN/m²
Gesamtbelastung (bei max HW) massg.qv = 114.1 kN/m²
Druck in Sohlhöhe vorh.pe = 0.0 kN/m²

Vorhandene Beulsicherheit vorh.gamma = 111.1
Erforderliche Beulsicherheit erf.gamma = 2.5

Durchbiegung Delta-D = 0.1 %
Beulsicherheit Gamma-B = 111.1

Eberbach, DB-Kreuzung, Stahlrohr St 37 DN 500

Nachweis der effektiven Auftriebskraft bei Flüssigböden

Für den Zustand während bzw. unmittelbar nach dem Einbau des Zfs-Boden wird ein Nachweis der Auftriebssicherheit des Rohres im suspensionsgestützten Graben nach DWA-A127 Abschnitt 5.5 mit der effekt. Auftriebskraft pro m Rohrlänge nach folgender Formel geführt.

$$F.A = (\pi \cdot da \cdot da / 4) \cdot (\gamma.Rohr - \gamma.Susp) + 3 \cdot \pi \cdot da \cdot (\tau.f - \tau.o, \min)$$

mit Rohraußendurchmesser da = 0.52 (m)
 mit Rohreigengewicht $\gamma.Rohr$ = 78.50 (kN/m³)
 bezogen auf Rohrquerschnittsfläche;
 mit Wichte des Zfs-Verfüllbaustoffs $\gamma.Susp$ = 15.00 (kN/m³)

Rohrgewicht des leeren Rohres bezogen auf 1 m Länge = 1.88 (kN/m)
 Auftriebskraft aus der Bodensuspension = 3.23 (kN/m)
 bei einem verdrängten Rohrvolumen = 0.22 (m³)
 Fließspannungsbeitrag zum Auftrieb = 0.00 (kN/m)
 um den äußeren Rohrumfang = 1.64 (m)
 effektive Auftriebskraft F.A = -1.35 (kN/m)

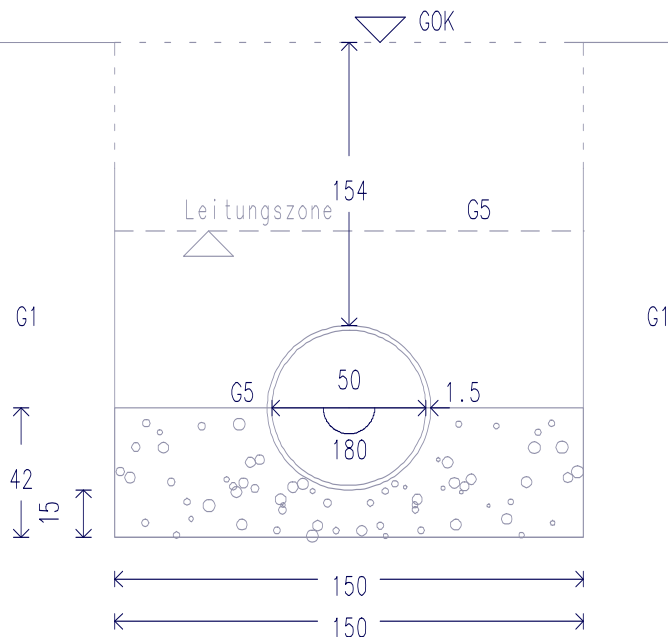
F.A <= 0: Ohne zusätzliche Halterung ist das Rohr auftriebsgefährdet!

RIB-Programm DWA-A127 18.0

R O H R S T A T I K

Stahlrohr mit/ohne ZM-Auskleidung DIN 1629/1626
 DN 500

Verkehrslast LM 71 - mehrgleisig



Auflager nach EN 1610/ATV-A139

M 1:20

Die Bodengruppen bedeuten:
 Gruppe G1: Nichtbindige Sande und Kiese
 Gruppe G2: Schwachbindige Sande und Kiese
 Gruppe G3: Bindige Mischböden und Schluff
 Gruppe G4: Bindige Böden (Ton und Lehm)

Zwickel besonders verdichten
 Sand- Kies- auflager 180

Verfüllung lagenweise einbringen + verdichten auf Proctordichte in %:
 Überschüttung = 100
 Einbettung = 100

Eberbach, DB-Kreuzung, Stahlrohr St 37 DN 500