Statische Berechnung

Musterstatik für Stahlbetonrohr DN 500, Rohrüberdeckung H = 0,70 - 3,30 m Bauvorhaben:

Beschreibung: Stahlbetonrohre nach DIN EN 1916 mit DIN V 1201.

Verlegt nach DIN EN 1610, DWA-A 139 und den FBS-Verlegerichtlinien.

Auftraggeber: Josef Schnurrer GmbH & Co. KG, Weiden

Dipl.-Ing. (FH) Bernhard Graf Josef Schnurrer GmbH & Co. KG Bearbeiter:

92637 Weiden

Statik-Nr.: DN 500

Datum: 01.12.2022

Inhaltsangabe

1 Bemerkungen	4
2 Statik nach ATV-DVWK-A 127, 3.Auflage: Position 1: DN 500, H = 0,70 m	5
2.1 Eingaben	5
2.1.1 Sicherheiten	5
2.1.2 Boden	5
2.1.3 Belastung	6
2.1.4 Einbau	6
2.1.5 Stahlbeton-Rohr	6
2.2 Ergebnisse	8
2.2.1 Zwischenergebnisse Rohr	8
2.2.1.1 Materialeigenschaften	8
2.2.1.2 Stahlbetonrohr	8
2.2.1.3 Mindestgrabenbreite nach DIN EN 1610:2015-12	9
2.2.2 Zwischenergebnisse 2.2.2.1 Silotheorie	9
2.2.2.2 Belastung	9
2.2.2.3 Boden-Verformungsmoduln EB	9
2.2.2.4 Bodensteifigkeiten	9
2.2.2.5 Auflagerwinkel, wirksame Ausladung und Reibungswinkel	10
2.2.2.6 Rohrwerkstoffkennwerte und Ringsteifigkeit 2.2.2.7 Steifigkeitsverhältnisse	10 10
2.2.2.8 Beiwerte	10
2.2.2.9 Konzentrationsfaktoren λR und λB	10
2.2.2.10 Druckverteilung am Rohrumfang	10
2.2.3 Nicht lastabhängige Nachweise, Stahlbeton	10
2.2.3.1 Mindestbetongüte infolge der gewählten Expositionsklasse	10
2.2.3.2 Überprüfung der Mindestbewehrung (DIN EN 1916:2002 5.2.1)	10
2.2.3.3 Abstand und Anzahl der Längsstäbe (DIN V 1201:2004-08 5.2.1) 2.2.3.4 Betondeckung (DIN V 1201:2004-08 5.2.2)	11 11
2.2.4 Schnittkräfte , Langzeit	11
2.2.5 Bemessung Ringbewehrung	12
2.2.6 Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (DIN V 1201:2004-08 5.2.5)	13
2.3 Vereinfachter Nachweis gegen Ermüden nach DIN EN 1992-1-1, 6.8.7	13
2.3.1 Nachweis der geschweißten Bewehrungskörbe	13
2.3.2 Nachweis Beton in der Druckzone	14
3 Statik nach ATV-DVWK-A 127, 3.Auflage: Position 2: DN 500, H = 3,30 m	15
3.1 Eingaben	15
3.1.1 Sicherheiten	15
3.1.2 Boden	15

	3.1.3 Belastung	16	
	3.1.4 Einbau	16	
	3.1.5 Stahlbeton-Rohr	16	
3.2	? Ergebnisse	18	
	3.2.1 Zwischenergebnisse Rohr	18	
	3.2.1.1 Materialeigenschaften 3.2.1.2 Stahlbetonrohr 3.2.1.3 Mindestgrabenbreite nach DIN EN 1610:2015-12	18 18 19	
	3.2.2 Zwischenergebnisse	19	
	3.2.2.1 Silotheorie 3.2.2.2 Belastung 3.2.2.3 Boden-Verformungsmoduln EB 3.2.2.4 Bodensteifigkeiten 3.2.2.5 Auflagerwinkel, wirksame Ausladung und Reibungswinkel 3.2.2.6 Rohrwerkstoffkennwerte und Ringsteifigkeit 3.2.2.7 Steifigkeitsverhältnisse 3.2.2.8 Beiwerte 3.2.2.9 Konzentrationsfaktoren λR und λB 3.2.2.10 Druckverteilung am Rohrumfang 3.2.3 Nicht lastabhängige Nachweise, Stahlbeton 3.2.3.1 Mindestbetongüte infolge der gewählten Expositionsklasse 3.2.3.2 Überprüfung der Mindestbewehrung (DIN EN 1916:2002 5.2.1) 3.2.3.3 Abstand und Anzahl der Längsstäbe (DIN V 1201:2004-08 5.2.1)	19 19 19 19 20 20 20 20 20 20 20 20 20	
	3.2.3.4 Betondeckung (DIN V 1201:2004-08 5.2.2)	21 21	
	3.2.4 Schnittkräfte , Langzeit	22	
	3.2.5 Bemessung Ringbewehrung		
	3.2.6 Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (DIN V 1201:2004-08 5.2.5)	23	
4 Anh	änge	24	
4.1	Verlegeanweisung	25	
4.2	Hinweis mit Unterschrift	26	

1 Bemerkungen

Vorbemerkungen:

- Verlegung der Rohre gemäß DIN EN 1610, DWA-A 139 und den FBS-Verlegevorschriften.
- Die in der statischen Berechnung getroffenen Annahmen sind bauseits an Ort und Stelle mit den tatsächlichen Verhältnissen zu vergleichen. Bei Abweichung ist eine Rücksprache mit dem Ersteller der Statik zu empfehlen.Änderungen an den Einbau- oder Lastbedingungen können eine neue statische Berechnung erforderlich machen.
- Die Rohrstatik betrifft nur die Beanspruchung quer zur Rohrachse. Eine fachgerechte gleichmäßige Auflagerung in Rohrlängsrichtung muss bauseits sichergestellt werden. (Siehe ATV-DVWK-A 127).
- Die statische Berechnung nach ATV-DVWK-A 127 setzt einen tragfähigen Baugrund voraus.
- Gegebenenfalls ist, besonders in der Leitungszone, das Eindringen des anstehenden Bodens oder die Verlagerung von Material der Leitungszone in den anstehenden Boden zu verhindern (DIN EN 1610 / 11.3).
- Bei Grundwasser im Rohrgraben sind besondere Maßnahmen zu treffen. Dies gilt besonders für das Rohrauflager (Rücksprache mit zuständiger Bauleitung). Während der Verlegearbeiten ist der Graben frei von Wasser zu halten.
- Bei Sonderausführungen ist die DIN EN 1610, Abschnitt 7.3 zu beachten.
- Wird ein Betonauflager berechnet und nichts anderes angegeben, so ist als Auflagerbeton mindestens ein C 16/20 zu verwenden.
- Bei Ausführung von Betonauflager bzw. –ummantelung darf mit der Seitenverfüllung erst begonnen werden, wenn der Auflagerbeton eine ausreichende Festigkeit erreicht hat.
- Zwischen Verbau und Betonauflager in der Grabensohle darf kein Kraft- oder Formschluss bestehen. D.h. zwischen Betonauflager und Verbau muss eine flexible Trennschicht (z.B. Polystyrol) vorgesehen werden, um Schäden beim Rückbau zu vermeiden.
- Bei Einsatz von Verdichtungsgeräten sind die erforderlichen Mindestüberdeckungen zu beachten. (Siehe DWA-A 139).
- Im Bereich der Abdeckung, bis 30 cm (im verdichteten Zustand) über der Rohrleitung darf nur mit Handstampfern oder mit leichten, geeigneten Verdichtungsgeräten verdichtet werden. Der dynamische Einsatz von Anbauverdichtern direkt über dem Rohr ist hier nicht zulässig.
- Anbauverdichter ersetzen nicht das sorgfältige Unterstopfen des Rohres und das manuelle Verdichten des Rohrzwickels
- Der nachfolgende Straßenbau ist über die Lage der Kanäle genau zu informieren.
- In Gebieten sehr enger Bebauung (z.B. Altstadt) können zu den Lasten aus Verkehr und Überdeckung zusätzliche Belastungen aus der angrenzenden Bebauung (Fundamente) auf den Kanal einwirken. Diese sind gesondert zu berücksichtigen. Außerdem wird empfohlen, die Baugrube zur Vermeidung von Gebäudeschäden durch Setzungen bis Oberkante Baugrube zwischen den Spundwänden mit Magerbeton zu verfüllen und die Spundwand nicht zu ziehen.

Bauseitige Angaben:

Durch MUSTERSTATIK

2 Statik nach ATV-DVWK-A 127, 3.Auflage: Position 1: DN 500, H = 0,70 m

Titel der Teilstatik: Position 1: DN 500, H = 0,70 m

Annahmen: Einzelgraben mit Verbau. Rückbau des Verbau schrittweise beim Verfüllen und Verdichtung nach

dem Ziehen sicherstellen!

H = 0.70 - 3.30 m Sand- oder Kies-Sand-Auflager 2α′≥ 90°

Die Rohrstatik gilt alternativ auch ohne Verbau mit einem Böschungswinkel 60°.

Bodenarten: Hauptverfüllung G1 bis G4

Leitungszone G1

Anstehender Boden G1 bis G4

Bei Abweichungen in der Bauausführung bzw. den Baubedingungen kann ggf. ein neuer statischer

Nachweis erforderlich sein mit dann anderen Auflagerbedingungen.

In der statischen Berechnung ist – gemäß ATV-DVWK A 127 Tabelle 8 – der Verdichtungsgrad in der Leitungszone und Hauptverfüllung mit 90 % angesetzt. Gemäß Vorgabe ist unter Straßen und

Verkehrswegen eine Proctordichte von mindestens 97 % auszuführen.

Schlussfolgerungen: Die vorliegende Musterstatik ist eine typisierte Berechnung. Grabenbedingungen mit Verbau

können auch ungünstige Einbau- und Überschüttungsbedingungen aufweisen (z.B. Stufengraben, Spundwand, usw.). Es ist vor Anwendung kundenseits genau zu prüfen, ob die getroffenen Annahmen mit den tatsächlichen Bedingungen vor Ort übereinstimmen. Bei Abweichungen ist eine

an die örtlichen Verhältnisse angepasste Berechnung erforderlich.

Berechnungsart: Stahlbeton

Skizzen (Einbau/Rohr) in Ausdruck: Ja

2.1 Eingaben

2.1.1 Sicherheiten

Sicherheitsklasse: A (Regelfall)

Sicherheit Stabilität nach Tabelle 13: Ohne Vorverformungen (2,5 / 2,0)

Zulässige Verformung: 6% (Regelfall)

Behandlung von Innendruck: Gemäß Fußnote des ATV-DVWK-A 127

Kleinere Biegedruck-Sicherheiten: Nein (ATV-DVWK-A 127)

Nachweis bei nicht vorwiegend ruhender Belastung:

Nach Regelwerk

Berücksichtigung von dyn pvh*:

Berücksichtigung der Vorverformungen Typ A in Verformungsnachweis:

Nach Norm
Nein

Behandlung Systemsteifigkeit VRB nach:

ATV-DVWK-A 127:2000 (nach

Rechenwert)

Rohrsteifigkeit nach Regelwerk: Ja

2.1.2 Boden

Bodengruppe Verfüllung: G

Berechnung E1: Tabelle 8 (A127)

Bodengruppe Einbettung: G1

Berechnung E20: Tabelle 8 (A127)

Bodengruppe anstehender Boden: G4

Berechnung E3: Verdichtungsgrad

Verdichtungsgrad E3: E4 = 10 · E1:	D _{Pr,E3} Ja	90,0	%
Anwendung von Silotheorie: K2 nach Norm:	Automatisch Ja		
2.1.3 Belastung			
Überdeckungshöhe:	h	0,70	m
Minimaler Grundwasserstand über Sohle: Maximaler Grundwasserstand über Sohle: Auftriebsnachweis führen:	hw _{,min} hw _{,max} Nein	1,00 1,00	m m
Wichte des Bodens: Manuelle Angabe der Wichte des Bodens unter Auftrieb:	γв Nein	20,0	kN/m³
Zusätzliche Flächenlast: Innendruck, langzeitig:	p ₀ P _{I,L}	0,0 0,00	kN/m² bar
Wasserfüllung (z.B. Staukanal): Wichte Füllmedium:	Ja	10,0	kN/m³
Verkehrslast:	γF Straße SLW 60	(mit Straße	enaufbau)
Ansatz horizontaler Belastungen aus Verkehr im Ermüdungsnachweis:	α _{qhT,dyn}	0,00	%
2.1.4 Einbau			
Einbauweise: Grabenbreite in Scheitelhöhe:	Graben b	1,60	m
Mindestgrabenbreite prüfen:	Nein	1,00	
Stärke der Bettungsschicht automatisch ermitteln: Böschungswinkel:	Ja ß	90	o
Überschüttungsbedingung: Einbettungsbedingung:	A2 B2		
Berücksichtigung der Unterrammung nach Bericht der ATV-AG 1.5.5.: Dicke des Verbaus (einseitig):	Nein bs	0,10	m
Auflagerart:	Lose	0,10	***
Auflagerwinkel: Relative Ausladung automatisch ermitteln:	90° Ja		
Untere Sockelhöhe vorgeben: Gesamt-Sockelhöhe:	Nein h _s	0,00	m
2.1.5 Stahlbeton-Rohr	Ü	-,	
Auswahl der Eingaben:	Di und s		
Innendurchmesser:	di	500	mm
Wandstärke: Betongüte:	s C35/45	85	mm
Betonstahl nach Norm: Nachweis der Rissbreite:	Ja Nein		
Manuelle Vorgabe max fR:	Nein		
Lastklasse ermitteln: Lastwechsel-Zahl manuell:	Nein Nein		
Dyn. Nachweis für:	2·10^6 Lastwee	chsel	
Verhältnis E-Moduli manuell:	Nein		
Bewehrungsführung: Expositionsklasse außen:	Einlagig XA2: Chemisch	n mäßig and	ıreifend
Expositionsklasse innen:	XA2: Chemisch		
Besondere Maßnahmen: Abstand Längsbewehrung nach Norm:	Ja Ja		
Durchmesser Ringbewehrung:	\emptyset_{rad}	6,0	mm
Achsabstand Ringbewehrung:	е	95	mm
Durchmesser Längsbewehrung: Anzahl der Längsstäbe:	Ø _{ax} n _{ax}	6,0 6	mm [-]
Exzentrizität Scheitel:	Zs,Scheitel	0,0	mm
Exzentrizität Kämpfer: Exzentrizität Sohle wie Scheitel:	Z _{s,Kämpfer} Ja	0,0	mm
EALST ALL LIGHT WIS CONSIDER.	ou		

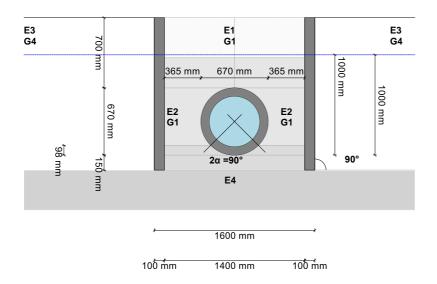
Teilsicherheiten manuell definieren:

Nein

Bewehrungsmenge ermitteln:

Nicht ermitteln

Verkehrslast: Straße SLW 60 (mit Straßenaufbau)



Hinweise Skizze:

Einzelgraben mit Verbau. Rückbau des Verbau schrittweise beim Verfüllen und Verdichtung nach dem Ziehen sicherstellen!

H = 0.70 - 3.30 m Sand- oder Kies-Sand-Auflager $2\alpha' \ge 90^{\circ}$

Dicke der oberen Bettungsschicht b \geq 98 mm Dicke der unteren Bettungsschicht a \geq 150 mm

Die Rohrstatik gilt alternativ auch ohne Verbau mit einem Böschungswinkel 60°.

Bodenarten: Hauptverfüllung G1 bis G4

Leitungszone G1

Anstehender Boden G1 bis G4

Die Bettung mit Sand- oder Kies-Sand-Auflager ist besonders sorgfältig auszuführen. Vor allem muss der Zwickelbereich der Bettung (obere Bettungsschicht b) mindestens so gut verdichtet sein wie die untere Bettungsschicht a.

Der Bodenaustausch in der Leitungszone mit Boden der Gruppe G1 ist zwingend einzuhalten.

Bei Abweichungen in der Bauausführung bzw. den Baubedingungen kann ggf. ein neuer statischer Nachweis erforderlich sein mit dann anderen Auflagerbedingungen.

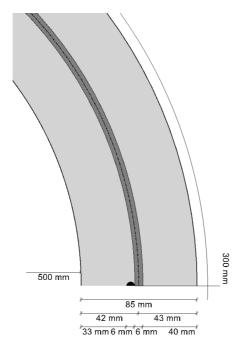
In der statischen Berechnung ist – gemäß ATV-DVWK A 127 Tabelle 8 – der Verdichtungsgrad in der Leitungszone und Hauptverfüllung mit 90 % angesetzt. Gemäß Vorgabe ist unter Straßen und Verkehrswegen eine Proctordichte von mindestens 97 % auszuführen.

2.2 Ergebnisse

2.2.1 Zwischenergebnisse Rohr

Innendurchmesser: Außendurchmesser: Mittlerer Radius: Wanddicke: Verhältnis Radius zu Wanddicke: Korrekturfaktor Krümmung innen: Korrekturfaktor Krümmung außen:	di d _a r _m s r _m /s α _{ki} α _{ka}	500,0 670,0 292,50 85,00 3,441 1,097 0,903	mm mm mm [-] [-]
Lokale Vorverformung: Vorverformung (Ovalisierung vor Last):	$\begin{array}{l} \delta_{v,l} \\ \delta_{v,A} \end{array}$	0,00 0,00	% %
Radiale Profilfläche: Trägheitsabstand: Trägheitsmoment: Äußeres Widerstandsmoment: Inneres Widerstandsmoment: Flächenverhältnis:	A _{rad} e I Wa Wi KQ	85,00 42,50 51.177,08 1.204,17 1.204,17	mm²/mm mm mm^4/mm mm³/mm mm³/mm [-]
2.2.1.1 Materialeigenschaften Wichte des Rohrwerkstoffs: Querkontraktionszahl: Charakteristische Zylinderdruckfestigkeit: Charakteristische Würfeldruckfestigkeit: Druckfestigkeit: Mittlere Zugfestigkeit: Mittlerer E-Modul (Sekantenmodul):	YR V fck,cyl fck,cube fcm fctm Ecm	25,0 0,15 35,0 45,0 43,0 3,2 34.077	kN/m³ [-] N/mm² N/mm² N/mm² N/mm²

2.2.1.2 Stahlbetonrohr



Durchmesser Längsbewehrung:	Øax	6,0	mm
Anzahl der Längsstäbe:	n _{ax}	6	[-]
Durchmesser Ringbewehrung:	\emptyset_{rad}	6,0	mm

Achsabstand Ringbewehrung: Exzentrizität Scheitel: Exzentrizität Kämpfer: Exzentrizität Sohle wie Scheitel:			e Z _s ,Scheitel Z _s ,Kämpfer Ja	95 0,0 0,0	mm mm mm
Profilhöhe Exzentrizität (Ausmitte) von der Achse Statische Höhe innen Statische Höhe außen	h Z _{s1} ds,i ds,e	Scheitel 85,00 0,0 42,5 42,5	Kämpfer 85,00 0,0 42,5 42,5	Sohle 85,00 0,0 42,5 42,5	mm mm mm mm
Verhältnis E-Modul Stahl zu E-Modul Beton r	nach DIN V 12 Zid	201:2004-08: 0,0	n 0,0	15,0 0,0	[-] mm
Ideelle Querschnittsfläche Ideelles Trägheitsmoment Ideelles Widerstandsmoment, außen Ideelles Widerstandsmoment, innen	Aid Iid Wid,a Wid,i	894,64 51.177,1 1.204,17 1.204,17	894,64 51.177,1 1.204,17 1.204,17	894,64 51.177,1 1.204,17 1.204,17	cm²/m mm^4/mm mm³/mm mm³/mm
Vorhandene Betondeckung, innen Vorhandene Betondeckung, außen	C _{nom,i} C _{nom,e}	33,5 39,5	33,5 39,5	33,5 39,5	mm mm
2.2.1.3 Mindestgrabenbreite nach DIN EN 16	10:2015-12				
Die Mindestgrabenbreite nach DIN EN 1610 / DWA-A 13	39 wird nicht über	prüft.			
2.2.2 Zwischenergebnisse					
2.2.2.1 Silotheorie					
Erdlastbeiwert κ für Grabenlast (Silotheorie): Erdlastbeiwert κ0 für Flächenlast (Silotheorie κ0 und κ wurden zu 1 gesetzt, da E1 größer l			к ко	1,000 1,000	[-] [-]
2.2.2.2 Belastung					
Grundwasserstand über Scheitel: Wichte Verfüllung unter Wasser: Vertikale Bodenspannung aufgrund Erdlast: Vertikale Bodenspannung aufgrund Erd- und Spannung aufgrund Verkehrslast: Enthaltener Stoßfaktor: Spannung für Ermüden inkl. Stoßbeiwert:	Flächenlast:		hw,scheitel γ' PErd PE P∨ φ pT	0,33 11,00 11,03 11,03 78,15 1,20 53,18	m kN/m³ kN/m² kN/m² kN/m² [-] kN/m²
2.2.2.3 Boden-Verformungsmoduln EB					
E-Modul Verfüllung unter Last:			$E_{1,\sigma}$	6,00	N/mm²
$E_{3,\sigma} = \frac{40}{4} \cdot e^{-0.188(100 - D_{Pr})}$					3.01
E-Modul anstehender Boden: E-Modul Einbettung unter Last: Reduktionsfaktor für das Kriechen: Verdichtungsgrad aus Tabelle 8: Abminderungsfaktor E20 (Grundwasser): Abminderungsfaktor E20 (Diagramm 5): Abminderungsfaktor E20 (enger Graben): E-Modul Einbettung (abgemindert): E-Modul Boden unter dem Rohr:			$E_{3,\sigma}$ $E_{20,\sigma}$ f_1 $D_{pr,E20}$ f_2 α_{B0} α_{B} $E_{2,\sigma}$ $E_{4,\sigma}$	1,53 6,00 1,000 0,90 0,750 0,333 0,642 2,89 60,00	N/mm² N/mm² [-] [-] [-] [-] N/mm² N/mm²
2.2.2.4 Bodensteifigkeiten					
Hilfswert für horizontale Bettungssteifigkeit: Korrekturfaktor für die horizontale Bettungsst Horizontale Bettungssteifigkeit:	eifigkeit:		$rac{\Delta_{f}}{\zeta}$ S _{Bh}	1,010 0,740 1,282	[-] [-] N/mm²
DN 500 Bauvorbahan: Mustaretatik für Stahlbetonrohr	DN 500 Dahadha		2 20 F 04	40.0000	0

2.2.2.5 Auflagerwinkel, wirksame Ausladung und Reibungswinkel Auflagerwinkel: Höhe Auflager von Auflagerwinkel bis UK Rohr: Berechnete Ausladung: Wirksame Ausladung: nnerer Reibungswinkel: Wandreibungswinkel: 2.2.2.6 Rohrwerkstoffkennwerte und Ringsteifigkeit Elastizitätsmodul in Ringrichtung: Radiale Biegezugfestigkeit: Radiale Biegedruckfestigkeit: Rohrsteifigkeit: 2.2.2.7 Steifigkeitsverhältnisse Systemsteifigkeit, gewichtet: Steifigkeitsverhältnis: Resultierender Verformungsbeiwert: 2.2.2.8 Beiwerte Erdruckbeiwert (Einbettung): Beiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	2α t _r a a' φ' δ ER σRBZ σRBD SR VRB,w Vs c' _v	90 0,098 1,00 2,078 20,000 6,667 34.077,1 5,5 35,0 69.689 54,3737 221,2522 -0,1091	N/mm² N/mm² kN/m²
Höhe Auflager von Auflagerwinkel bis UK Rohr: Berechnete Ausladung: Wirksame Ausladung: Innerer Reibungswinkel: Wandreibungswinkel: 2.2.2.6 Rohrwerkstoffkennwerte und Ringsteifigkeit Elastizitätsmodul in Ringrichtung: Radiale Biegezugfestigkeit: Radiale Biegedruckfestigkeit: Rohrsteifigkeit: 2.2.2.7 Steifigkeitsverhältnisse Bystemsteifigkeit, gewichtet: Steifigkeitsverhältnis: Resultierender Verformungsbeiwert: 2.2.2.8 Beiwerte Erdruckbeiwert (Einbettung): Beiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	t _r a a' φ' δ ER σRBZ σRBD SR VRB,w VS	0,098 1,00 2,078 20,000 6,667 34.077,1 5,5 35,0 69.689	m [-] [-] ° N/mm² N/mm² kN/m²
Berechnete Ausladung: Wirksame Ausladung: nnerer Reibungswinkel: Wandreibungswinkel: 2.2.2.6 Rohrwerkstoffkennwerte und Ringsteifigkeit Elastizitätsmodul in Ringrichtung: Radiale Biegezugfestigkeit: Radiale Biegedruckfestigkeit: Rohrsteifigkeit: 2.2.2.7 Steifigkeitsverhältnisse Bystemsteifigkeit, gewichtet: Steifigkeitsverhältnis: Resultierender Verformungsbeiwert: 2.2.2.8 Beiwerte Erdruckbeiwert (Einbettung): Beiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	a a' φ' δ Er σrвz σrвd Sr Vrb,w Vs	1,00 2,078 20,000 6,667 34.077,1 5,5 35,0 69.689	[-] [-] ° N/mm² N/mm² kN/m²
Virksame Ausladung: Innerer Reibungswinkel: Vandreibungswinkel: Vandreibungswinkel: 2.2.2.6 Rohrwerkstoffkennwerte und Ringsteifigkeit Elastizitätsmodul in Ringrichtung: Radiale Biegezugfestigkeit: Radiale Biegedruckfestigkeit: Rohrsteifigkeit: 2.2.2.7 Steifigkeitsverhältnisse Eystemsteifigkeit, gewichtet: Steifigkeitsverhältnis: Resultierender Verformungsbeiwert: 2.2.2.8 Beiwerte Erdruckbeiwert (Einbettung): Beiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	a' φ' δ Er σrbz σrbd Sr Vrb,w Vs	2,078 20,000 6,667 34.077,1 5,5 35,0 69.689 54,3737 221,2522	N/mm² N/mm² N/mm² kN/m²
nnerer Reibungswinkel: Vandreibungswinkel: Vandreibungswinkel: 2.2.6 Rohrwerkstoffkennwerte und Ringsteifigkeit Clastizitätsmodul in Ringrichtung: Cadiale Biegezugfestigkeit: Cadiale Biegedruckfestigkeit: Cohrsteifigkeit: 2.2.7 Steifigkeitsverhältnisse Cystemsteifigkeit, gewichtet: Cteifigkeitsverhältnis: Cesultierender Verformungsbeiwert: 2.2.8 Beiwerte Cirdruckbeiwert (Einbettung): Ceiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	φ' δ Er σrbz σrbd Sr Vrb,w Vs	20,000 6,667 34.077,1 5,5 35,0 69.689 54,3737 221,2522	N/mm² N/mm² N/mm² kN/m²
Z.2.6 Rohrwerkstoffkennwerte und Ringsteifigkeit lastizitätsmodul in Ringrichtung: adiale Biegezugfestigkeit: adiale Biegedruckfestigkeit: ohrsteifigkeit: Z.2.7 Steifigkeitsverhältnisse ystemsteifigkeit, gewichtet: teifigkeitsverhältnis: esultierender Verformungsbeiwert: Z.2.8 Beiwerte rdruckbeiwert (Einbettung): eiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	δ Er σrbz σrbd Sr Vrb,w Vs	6,667 34.077,1 5,5 35,0 69.689 54,3737 221,2522	N/mm² N/mm² N/mm² kN/m²
2.2.6 Rohrwerkstoffkennwerte und Ringsteifigkeit lastizitätsmodul in Ringrichtung: adiale Biegezugfestigkeit: adiale Biegedruckfestigkeit: ohrsteifigkeit: 2.2.7 Steifigkeitsverhältnisse ystemsteifigkeit, gewichtet: teifigkeitsverhältnis: esultierender Verformungsbeiwert: 2.2.8 Beiwerte rdruckbeiwert (Einbettung): eiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	Er ØRBZ ØRBD SR VRB,w VS	34.077,1 5,5 35,0 69.689 54,3737 221,2522	N/mm² N/mm² N/mm² kN/m²
astizitätsmodul in Ringrichtung: adiale Biegezugfestigkeit: adiale Biegedruckfestigkeit: ohrsteifigkeit: 2.2.7 Steifigkeitsverhältnisse ystemsteifigkeit, gewichtet: teifigkeitsverhältnis: esultierender Verformungsbeiwert: 2.2.8 Beiwerte rdruckbeiwert (Einbettung): eiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	σrbz σrbd Sr Vrb,w Vs	5,5 35,0 69.689 54,3737 221,2522	N/mm² N/mm² kN/m²
adiale Biegezugfestigkeit: adiale Biegedruckfestigkeit: ohrsteifigkeit: 2.2.7 Steifigkeitsverhältnisse ystemsteifigkeit, gewichtet: teifigkeitsverhältnis: esultierender Verformungsbeiwert: 2.2.8 Beiwerte rdruckbeiwert (Einbettung): eiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	σrbz σrbd Sr Vrb,w Vs	5,5 35,0 69.689 54,3737 221,2522	N/mm² N/mm² kN/m²
adiale Biegedruckfestigkeit: ohrsteifigkeit: 2.2.7 Steifigkeitsverhältnisse ystemsteifigkeit, gewichtet: teifigkeitsverhältnis: esultierender Verformungsbeiwert: 2.2.8 Beiwerte rdruckbeiwert (Einbettung): eiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	σ _{RBD} S _R V _{RB,w} Vs	35,0 69.689 54,3737 221,2522	N/mm² kN/m²
ohrsteifigkeit: 2.2.7 Steifigkeitsverhältnisse ystemsteifigkeit, gewichtet: teifigkeitsverhältnis: esultierender Verformungsbeiwert: 2.2.8 Beiwerte rdruckbeiwert (Einbettung): eiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	S _R V _{RB,w} Vs	69.689 54,3737 221,2522	kN/m²
2.2.7 Steifigkeitsverhältnisse /stemsteifigkeit, gewichtet: eifigkeitsverhältnis: esultierender Verformungsbeiwert: 2.2.8 Beiwerte druckbeiwert (Einbettung): eiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	V _{RB,w} Vs	54,3737 221,2522	[-]
vstemsteifigkeit, gewichtet: eifigkeitsverhältnis: esultierender Verformungsbeiwert: 2.2.8 Beiwerte druckbeiwert (Einbettung): eiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	Vs	221,2522	
eifigkeitsverhältnis: esultierender Verformungsbeiwert: 2.2.8 Beiwerte druckbeiwert (Einbettung): eiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	Vs	221,2522	
esultierender Verformungsbeiwert: 2.2.8 Beiwerte rdruckbeiwert (Einbettung): eiwert für den Bettungsreaktionsdruck:			[_]
2.2.8 Beiwerte rdruckbeiwert (Einbettung): eiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	c' _V	-0,1091	
rdruckbeiwert (Einbettung): eiwert für den Bettungsreaktionsdruck:			[-]
eiwert für den Bettungsreaktionsdruck:			
	K ₂	0,500	[-]
	K*	0,002	[-]
esultierender Verformungsbeiwert:	C'h	0,1003	
esultierender Verformungsbeiwert:	C'h,qh*	-0,0742	[-]
2.2.9 Konzentrationsfaktoren λR und λB			
aximaler Konzentrationsfaktor:	max λ	1,473	[-]
r Rohre großer Steifigkeit (VRB > 1) ist die Berechnung mit λR = max λ nach Abschnitt 6.3.	.1 weiterzuführen.		
onzentrationsfaktor über Rohr, Startwert:	λ_{R}	1,473	[-]
onzentrationsfaktor über Rohr, unter Grabeneinfluss:	λRG	1,219	[-]
onzentrationsfaktor über Rohr, oberer Grenzwert:	λ_{fo}	3,895	[-]
onzentrationsfaktor über Rohr, unterer Grenzwert:	λ _{fu}	0,832	[-]
		1,219	
onzentrationsfaktor über Rohr, endgültiger Wert: onzentrationsfaktor Boden:	λrg λb	0,842	[-] [-]
	ND	0,042	[]
2.2.10 Druckverteilung am Rohrumfang	_	04.50	I-N1/2
ertikale Gesamtlast: eitendruck:	q۷	91,59 6,49	kN/m² kN/m²
ettungsreaktionsdruck (Wasserfüllung):	q _h q* _{hw}	0,00	kN/m ²
2.3 Nicht lastabhängige Nachweise, Stahlbeton	• ***	7	
2.3.1 Mindestbetongüte infolge der gewählten Expositionsklasse			
indestbetongüte, Außen:	C35/45		
indestbetongüte, Innen:	C35/45		
etongüte:	C35/45		
Die Mindestbetongüte wird eingehalten.			

Vorhandene Ringbewehrung:

2,98

vorh. asring

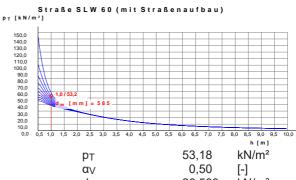
cm²/m

Mindest-Ringbewehrung DIN EN 1916:			min. as	2,13	cm²/m
		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
/orhandene Bewehrung	vorh. as	2,98	2,98	2,98	cm²/m
lindestbewehrung	min. a _s	2,13	2,13	2,13	cm²/m
usnutzung Bewehrung (Mindestbewehrung	U min. as	71,4	71,4	71,4	%
IN)	_	,	,	•	
ie Mindestbewehrung nach DIN EN 1916:20	02, 5.2.1 wird	eingehalten bzv	w. übertroffen.		
2.3.3 Abstand und Anzahl der Längsstäbe (D	OIN V 1201:200)4-08 5.2.1)			
aximaler Soll-Abstand Längsbewehrung:			e _{L,max}	450	mm
nzahl der Längsstäbe:			n _{ax}	6	[-]
ngesetzter Radius:			r	290	mm
orhandener Umfang Längsbewehrung:			$U_{L,vor}$	1.800	mm
orhandener Abstand Längsbewehrung:			e _{L,vor}	300	mm
orhandene Längsbewehrung:			vorh as,L	0,94	cm²/m
Der Abstand der Längsstäbe ist ausreichend l	dein.				
2.3.4 Betondeckung (DIN V 1201:2004-08 5.	2.2)				
s wird ein Vorhaltemaß von 10 mm angesetzt (Rohr nach	DIN V 1201).				
ie erforderliche Betonüberdeckung wurde aufgrund 'besc	nderer Maßnahme	en' um 5 mm reduz	ciert.		
		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
rf. Betondeckung außen	erf. c _{nom,e}	30,0	30,0	30,0	mm
orhandene Betondeckung, außen	C _{nom,e}	39,5	39,5	39,5	mm
ie Betondeckung (außen) ist ausreichend.					
rf. Betondeckung innen	erf. c _{nom,i}	30,0	30,0	30,0	mm
orhandene Betondeckung, innen	C _{nom,i}	33,5	33,5	33,5	mm
Die Betondeckung (innen) ist ausreichend.					
Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit					
<u> </u>		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
.2.4 Schnittkräfte , Langzeit	rm	Scheitel 292,50	Kämpfer 292,50	Sohle 292,50	mm
2.4 Schnittkräfte , Langzeit		292,50	292,50	292,50	
2.4 Schnittkräfte , Langzeit ittlerer Radius oment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung	M_{qV}	292,50 2,147	292,50 -2,186	292,50 2,461	kNm/m
2.4 Schnittkräfte , Langzeit ittlerer Radius oment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung oment aufgrund Seitendruck	M _{qV} M _{qh}	292,50 2,147 -0,139	292,50 -2,186 0,139	292,50 2,461 -0,139	
2.4 Schnittkräfte , Langzeit ittlerer Radius oment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung oment aufgrund Seitendruck oment aufgrund horiz.	M _{qv} M _{qh} M* _{qh}	292,50 2,147	292,50 -2,186	292,50 2,461	kNm/m kNm/m
2.4 Schnittkräfte , Langzeit ittlerer Radius oment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung oment aufgrund Seitendruck oment aufgrund horiz. ettungsreaktionsdruck	M _{qV} M _{qh}	292,50 2,147 -0,139	292,50 -2,186 0,139	292,50 2,461 -0,139	kNm/m kNm/m
2.4 Schnittkräfte , Langzeit littlerer Radius loment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung loment aufgrund Seitendruck loment aufgrund horiz. ettungsreaktionsdruck loment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Vasserfüllung)	Mqv Mqh M*qh M*qw	292,50 2,147 -0,139 0,000 0,000	292,50 -2,186 0,139 0,000 0,000	292,50 2,461 -0,139 0,000 0,000	kNm/m kNm/m kNm/m
2.4 Schnittkräfte , Langzeit littlerer Radius loment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung loment aufgrund Seitendruck loment aufgrund horiz. ettungsreaktionsdruck loment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Vasserfüllung) loment aufgrund Eigengewicht	Mqv Mqh M*qh M*qw Mg	292,50 2,147 -0,139 0,000 0,000 0,076	292,50 -2,186 0,139 0,000 0,000 -0,088	292,50 2,461 -0,139 0,000 0,000 0,117	kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m
2.4 Schnittkräfte , Langzeit ittlerer Radius oment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung oment aufgrund Seitendruck oment aufgrund horiz. ettungsreaktionsdruck oment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Vasserfüllung) oment aufgrund Eigengewicht oment aufgrund Wasserfüllung	Mqv Mqh M*qh M*qw Mg Mw	292,50 2,147 -0,139 0,000 0,000 0,076 0,053	292,50 -2,186 0,139 0,000 0,000 -0,088 -0,061	292,50 2,461 -0,139 0,000 0,000 0,117 0,080	kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m
2.4 Schnittkräfte , Langzeit ittlerer Radius oment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung oment aufgrund Seitendruck oment aufgrund horiz. ettungsreaktionsdruck oment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Vasserfüllung) oment aufgrund Eigengewicht oment aufgrund Wasserfüllung	Mqv Mqh M*qh M*qw Mg	292,50 2,147 -0,139 0,000 0,000 0,076	292,50 -2,186 0,139 0,000 0,000 -0,088	292,50 2,461 -0,139 0,000 0,000 0,117	kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m
2.4 Schnittkräfte , Langzeit littlerer Radius loment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung loment aufgrund Seitendruck loment aufgrund horiz. ettungsreaktionsdruck loment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Vasserfüllung) loment aufgrund Eigengewicht loment aufgrund Wasserfüllung loment aufgrund Wasserdruck/Innendruck	Mqv Mqh M*qh M*qw Mg Mw	292,50 2,147 -0,139 0,000 0,000 0,076 0,053	292,50 -2,186 0,139 0,000 0,000 -0,088 -0,061	292,50 2,461 -0,139 0,000 0,000 0,117 0,080	kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m
Littlerer Radius Iloment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung Iloment aufgrund Seitendruck Iloment aufgrund horiz. ettungsreaktionsdruck Iloment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Wasserfüllung) Iloment aufgrund Eigengewicht Iloment aufgrund Wasserfüllung Iloment aufgrund Wasserdruck/Innendruck umme der Momente	Mqv Mqh M*qh M*qw Mg Mw Mpw	292,50 2,147 -0,139 0,000 0,000 0,076 0,053 -0,006 2,131 Scheitel	292,50 -2,186 0,139 0,000 0,000 -0,088 -0,061 -0,006 -2,203 Kämpfer	292,50 2,461 -0,139 0,000 0,000 0,117 0,080 -0,006 2,513	kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m
Littlerer Radius Iloment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung Iloment aufgrund Seitendruck Iloment aufgrund horiz. Iloment aufgrund horiz. Iloment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Iloment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Iloment aufgrund Eigengewicht Iloment aufgrund Wasserfüllung Iloment aufgrund Wasserdruck/Innendruck Iloment aufgrund Wasserdruck/Innendruck Iloment der Momente	Mqv Mqh M*qh M*qw Mg Mw Mpw	292,50 2,147 -0,139 0,000 0,000 0,076 0,053 -0,006 2,131	292,50 -2,186 0,139 0,000 0,000 -0,088 -0,061 -0,006 -2,203	292,50 2,461 -0,139 0,000 0,000 0,117 0,080 -0,006 2,513	kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m
2.4 Schnittkräfte , Langzeit littlerer Radius loment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung loment aufgrund Seitendruck loment aufgrund horiz. ettungsreaktionsdruck loment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Vasserfüllung) loment aufgrund Eigengewicht loment aufgrund Wasserfüllung loment aufgrund Wasserdruck/Innendruck umme der Momente	Mqv Mqh M*qh M*qw Mg Mw Mpw	292,50 2,147 -0,139 0,000 0,000 0,076 0,053 -0,006 2,131 Scheitel	292,50 -2,186 0,139 0,000 0,000 -0,088 -0,061 -0,006 -2,203 Kämpfer	292,50 2,461 -0,139 0,000 0,000 0,117 0,080 -0,006 2,513	kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m
v ,	Mqv Mqh M*qh M*qw Mg Mw Mpw ΣΜ	292,50 2,147 -0,139 0,000 0,000 0,076 0,053 -0,006 2,131 Scheitel 292,50	292,50 -2,186 0,139 0,000 0,000 -0,088 -0,061 -0,006 -2,203 Kämpfer 292,50	292,50 2,461 -0,139 0,000 0,000 0,117 0,080 -0,006 2,513 Sohle 292,50	kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m
Dittlerer Radius Iloment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung Iloment aufgrund Seitendruck Iloment aufgrund horiz. Iloment aufgrund horiz. Iloment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Iloment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Iloment aufgrund Eigengewicht Iloment aufgrund Wasserfüllung Iloment aufgrund Wasserdruck/Innendruck	Mqv Mqh M*qh M*qw Mg Mw Mpw ΣΜ	292,50 2,147 -0,139 0,000 0,000 0,076 0,053 -0,006 2,131 Scheitel 292,50 1,420	292,50 -2,186 0,139 0,000 0,000 -0,088 -0,061 -0,006 -2,203 Kämpfer 292,50 -26,791	292,50 2,461 -0,139 0,000 0,000 0,117 0,080 -0,006 2,513 Sohle 292,50 -1,420	kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m

Normalkraft aufgrund horiz. Bettungsreakt. (Wasserfüllung)	N^*_{qw}	0,000	0,000	0,000	kN/m
Normalkraft aufgrund Eigengewicht	Ng	0,207	-0,976	-0,207	kN/m
Normalkraft aufgrund Wasserfüllung	Nw	0,571	0,184	1,140	kN/m
Normalkraft aufgrund Wasserdruck Innendruc	k N _{pw}	-3,350	-3,350	-3,350	kN/m
Summe der Normalkräfte	ΣΝ	-3,050	-30,934	-5,734	kN/m

Enthaltener Stoßfaktor: \$\phi\$ 1,20 [-]

Die vertikalen Spannungen im Boden infolge von Straßenverkehrslasten dürfen beim Ermüdungsnachweis ohne besonderen Nachweis mit einer um 0,30 m erhöhten Überdeckungshöhe berechnet werden. Dadurch wird berücksichtigt, dass für häufige Lastwechsel immer ein Straßenoberbau mit einer günstigen Lastverteilung vorhanden ist.



Spannung für Ermüden inkl. Stoßbeiwert: Abminderungsfaktor αV nach Tabelle 14 für Verkehrslasten:

Abgeminderte vertikale Bodenspannung für Ermüdung:

Abgeminderte vertikale Bodenspannung für Ermüdung:

dyn pv

26,589 kN/m²

Die stützende Wirkung des Bettungsreaktionsdruckes dyn pVh* wird nicht angesetzt, da sich das Rohr-Boden-System

biegesteif verhält. Scheitel Kämpfer Sohle 0.274 -0,279 0,314 m_{qv} Moment aufgrund vertikaler Bodenspannung dyn M_{qv} 0,623 -0,635 0,714 kNm/m aufgrund dynamischer Last Summe der Momente aufgrund Verkehrslast MQK,dyn 0,623 -0,635 0,714 kNm/m 0,053 -1,000 -0,053 [-] n_{pv} Normalkraft aufgrund vertikaler -0,412 kN/m dyn N_{qv} 0,412 -7,777 Bodenspannung aufgrund dynamischer Last Summe der Normalkräfte aufgrund -7,777 -0,412 kN/m 0,412 N_{QK,dyn} Verkehrslast

2.2.5 Bemessung Ringbewehrung

		YRC	1,50	[-]
		γRS	1,15	[-]
		f _{ck,cyl}	35,0	N/mm ²
		f _{cd}	19,83	N/mm ²
		fyk	500	N/mm ²
		f_{yd}	434,78	N/mm ²
	Scheitel	Kämpfer	Sohle	
ME	2,131	-2,203	2,513	kNm/m
$M_{E,d}$	2,877	-2,973	3,393	kNm/m
NE	-3,050	-30,934	-5,734	kN/m
$N_{E,d}$	-4,118	-41,761	-7,741	kN/m
	Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Zs1	0,0	0,0	0,0	mm
MEd,s	2,877	2,973	3,393	kNm/m
	ME,d NE NE,d	ME 2,131 ME,d 2,877 NE -3,050 NE,d -4,118 Scheitel Z _{S1} 0,0	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$

Statische Höhe	d	0,043	0,043	0,043	m
Normiertes Auslegungsmoment	μEd,s	0,0803	0,0830	0,0947	[-]
Erforderlicher mechanischer Bewehrungsgrad	ω	0,0839	0,0869	0,0998	[-]
Rechenwert der Stahlgrenzspannung	σ _{s,d}	434,78	434,78	434,78	N/mm²
Vorhandene Bewehrung	vorh. a _s	2,98	2,98	2,98	cm²/m
Erforderliche Bewehrung (Bemessung)	a _{s,calc}	1,53	0,72	1,76	cm²/m
Ausnutzung Bewehrung (Bemessung)	U a _{s,calc}	51,5	24,3	59,0	%

2.2.6 Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (DIN V 1201:2004-08 5.2.5)

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Ideelles Widerstandsmoment, Zugseite	Wid	1.204,17	1.204,17	1.204,17	mm³/mm
Biegespannungsanteil aus Biegemomenten	σ _{M,E}	1,7699	1,8291	2,0869	N/mm ²
Spannungsanteil aus Normalkräften	σ _{N,E}	-0,0341	-0,3458	-0,0641	N/mm ²
Maßgebliche Biegezugspannung	σ_{bz}	1,7358	1,4833	2,0228	N/mm ²
Spannungsverhältnis	σ_N/σ_M	-0,0193	-0,1890	-0,0307	[-]
Profilhöhe	h	85,00	85,00	85,00	mm
Beiwert nach DIN V 1201, Bild 9	f_{R}	0,96	0,90	0,95	[-]
Rohrvergleichsspannung unter Risskraft im Zustand I	σvr	1,66	1,33	1,92	N/mm²
Zuotaira i					
Mittlere Zugfestigkeit:			f _{ctm}	3,2	N/mm²
Maximale Rohrvergleichsspannung nach DIN	V 1201:		$\max \sigma_{VR}$	5,50	N/mm²
Ausnutzung Rohrvergleichsspannung	U σ _{VR}	30,2	24,3	34,9	%

Der Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist erbracht.

2.3 Vereinfachter Nachweis gegen Ermüden nach DIN EN 1992-1-1, 6.8.7

Teilsicherheitsbeiwert dynamische Einwirkung Teilsicherheitsbeiwert Tragwiderstand Stahl: Beiwert nach DIN 1055-100, Tabelle A.2:	:		γEd,fat γs,fat Ψ1	1,00 1,15 1,00	[-] [-] [-]
Elastizitätsmodul Betonstahl: Mittlerer E-Modul (Sekantenmodul): Verhältnis E-Modul Stahl zu E-Modul Beton: Querschnittsbreite: Schwingbreite für 2·10^6 Zyklen: Modifizierte Betondruckfestigkeit:			$\begin{array}{l} E_s \\ E_{cm} \\ n \\ b \\ \Delta \sigma_{Rsk}(N^*) \\ f_{cd,fat} \end{array}$	200.000 34.077 5,87 1,00 74,00 17,06	N/mm² N/mm² [-] m N/mm² N/mm²
		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Moment aufgrund ständiger Lasten	Mg	0.299	-0.337	0.414	kNm/m
Normalkraft aufgrund ständiger Lasten	NG	-4,262	-8,075	-4,523	kN/m
Auf die Zugbewehrung bezogenes Moment aufgrund ständiger Lasten Bemessungsmoment, ständig	MGs M'Gs,min	0,299 0,299	0,337 0,337	0,414 0,414	kNm/m
beniessungsmoment, standig	ivi Gs,min	0,299	0,337	0,414	KINIII/III
Exzentrizität (Ausmitte) von der Achse	Zs1	0,0	0,0	0,0	mm
Moment für Ermüdungsnachweis	$M_{Q,dyn}$	0,623	-0,635	0,714	kNm/m
Normalkraft für Ermüdungsnachweis	$N_{Q,dyn}$	0,412	-7,777	-0,412	kN/m
Auf die Zugbewehrung bezogenes Moment aufgrund dynamischer Lasten	M _{Qs,dyn}	0,623	0,635	0,714	kNm/m
Bemessungsmoment, dynamisch	M' _{Qs,dyn}	0,623	0,635	0,714	kNm/m
2.3.1 Nachweis der geschweißten Bewehru	ngskörbe				
Statische Höhe	d	0,043	0,043	0,043	m

Höhe der Betondruckzone	X	0,011	0,011	0,011	m
Höhe der Zugzone	d-x	0,032	0,032	0,032	m
nnerer Hebelarm	Z	0,039	0,039	0,039	m
Betonspannung	σ _{c.dvn}	3,028	3,083	3,470	N/mm²
Spannung in der Zugbewehrung	σ _{s,dyn}	55,113	28,578	60,187	N/mm²
Kontrolle	σs,dyn,kon	55,113	28,578	60,187	N/mm ²
Ermittelter Wert	$\Delta\sigma_{s,equ}$	55,113	28,578	60,187	N/mm ²
Maximalwert (abgeminderte Schwingbreite)	Δσ _{Rsk} /γ _{s,fat}	64,348	64,348	64,348	N/mm ²
/ark and are a Daniel man		0.00	0.00	0.00	21
Vorhandene Bewehrung	vorh. a _s	2,98	2,98	2,98	cm²/m
			1,32	2,78	cm²/m
	erf. as	2,55			
Erforderliche Bewehrung aus Ermüden Ausnutzung Ermüden Stahl	eπ. a _s U σ _{s,dyn}	85,6	44,4	93,5	%
	$U \sigma_{s,dyn}$	•			
Ausnutzung Ermüden Stahl	$U \sigma_{s,dyn}$	•			
Ausnutzung Ermüden Stahl Der Nachweis gegen Ermüden der Bewehru	$U \sigma_{s,dyn}$	•			
Ausnutzung Ermüden Stahl Der Nachweis gegen Ermüden der Bewehru 2.3.2 Nachweis Beton in der Druckzone	U σ _{s,dyn} ing ist erbracht.	•			
Ausnutzung Ermüden Stahl Der Nachweis gegen Ermüden der Bewehru 2.3.2 Nachweis Beton in der Druckzone Bemessungsmoment, ständig+dynamisch	$U \sigma_{s,dyn}$	85,6	44,4	93,5	%
Ausnutzung Ermüden Stahl Der Nachweis gegen Ermüden der Bewehru 2.3.2 Nachweis Beton in der Druckzone Bemessungsmoment, ständig+dynamisch Maximale Betondruckspannung	U σ _{s,dyn} ing ist erbracht. M' _{Ed,dyn}	0,923	0,972	93,5	% kNm/m
Ausnutzung Ermüden Stahl Der Nachweis gegen Ermüden der Bewehru 2.3.2 Nachweis Beton in der Druckzone Bemessungsmoment, ständig+dynamisch Maximale Betondruckspannung Minimale Betondruckspannung	U σ _{s,dyn} Ing ist erbracht. M'Ed,dyn σ'c,max σ'c,min	0,923 4,481	0,972 4,720	93,5 1,128 5,479 2,009	% kNm/m N/mm²
Ausnutzung Ermüden Stahl Der Nachweis gegen Ermüden der Bewehru 2.3.2 Nachweis Beton in der Druckzone Bemessungsmoment, ständig+dynamisch Maximale Betondruckspannung Minimale Betondruckspannung Ausnutzung bei maximaler	U σ _{s,dyn} Ing ist erbracht. M'Ed,dyn σ'c,max	0,923 4,481 1,453	0,972 4,720 1,637	93,5 1,128 5,479	kNm/m N/mm² N/mm²
Ausnutzung Ermüden Stahl Der Nachweis gegen Ermüden der Bewehru 2.3.2 Nachweis Beton in der Druckzone Bemessungsmoment, ständig+dynamisch Maximale Betondruckspannung Minimale Betondruckspannung Ausnutzung bei maximaler Betondruckspannung	U σ _{s,dyn} Ing ist erbracht. M'Ed,dyn σ'c,max σ'c,min Uσ'c,max,eff	0,923 4,481 1,453	0,972 4,720 1,637	93,5 1,128 5,479 2,009	kNm/m N/mm² N/mm²
Ausnutzung Ermüden Stahl Der Nachweis gegen Ermüden der Bewehru 2.3.2 Nachweis Beton in der Druckzone Bemessungsmoment, ständig+dynamisch Maximale Betondruckspannung Minimale Betondruckspannung Ausnutzung bei maximaler Betondruckspannung Ausnutzung Ermüden maximale Spannung	U σ _{s,dyn} Ing ist erbracht. M'Ed,dyn σ'c,max σ'c,min	0,923 4,481 1,453 0,263 48,8	0,972 4,720 1,637 0,277	93,5 1,128 5,479 2,009 0,321	kNm/m N/mm² N/mm² [-]
Ausnutzung Ermüden Stahl Der Nachweis gegen Ermüden der Bewehru 2.3.2 Nachweis Beton in der Druckzone Bemessungsmoment, ständig+dynamisch Maximale Betondruckspannung Minimale Betondruckspannung Ausnutzung bei maximaler Betondruckspannung Ausnutzung Ermüden maximale Spannung Ausnutzung bei minimaler	U σ _{s,dyn} Ing ist erbracht. M'Ed,dyn σ'c,max σ'c,min Uσ'c,max,eff U σ _{s,max} ,dyn	0,923 4,481 1,453 0,263	0,972 4,720 1,637 0,277 50,9	93,5 1,128 5,479 2,009 0,321 58,1	kNm/m N/mm² N/mm² [-]
Ausnutzung Ermüden Stahl Der Nachweis gegen Ermüden der Bewehru 2.3.2 Nachweis Beton in der Druckzone Bemessungsmoment, ständig+dynamisch Maximale Betondruckspannung Minimale Betondruckspannung Ausnutzung bei maximaler	U σ _{s,dyn} Ing ist erbracht. M'Ed,dyn σ'c,max σ'c,min Uσ'c,max,eff U σ _{s,max} ,dyn	0,923 4,481 1,453 0,263 48,8	0,972 4,720 1,637 0,277 50,9	93,5 1,128 5,479 2,009 0,321 58,1	kNm/m N/mm² N/mm² [-]

Alle Nachweise für die Bemessung des Stahlbetons wurden erbracht.

3 Statik nach ATV-DVWK-A 127, 3.Auflage: Position 2: DN 500, H = 3,30 m

Titel der Teilstatik: Position 2: DN 500, H = 3,30 m

Annahmen: Einzelgraben mit Verbau. Rückbau des Verbau schrittweise beim Verfüllen und Verdichtung nach

dem Ziehen sicherstellen!

H = 0.70 - 3.30 m Sand- oder Kies-Sand-Auflager 2α′≥ 90°

Die Rohrstatik gilt alternativ auch ohne Verbau mit einem Böschungswinkel 60°.

Bodenarten: Hauptverfüllung G1 bis G4

Leitungszone G1

Anstehender Boden G1 bis G4

Bei Abweichungen in der Bauausführung bzw. den Baubedingungen kann ggf. ein neuer statischer

Nachweis erforderlich sein mit dann anderen Auflagerbedingungen.

In der statischen Berechnung ist – gemäß ATV-DVWK A 127 Tabelle 8 – der Verdichtungsgrad in der Leitungszone und Hauptverfüllung mit 90 % angesetzt. Gemäß Vorgabe ist unter Straßen und

Verkehrswegen eine Proctordichte von mindestens 97 % auszuführen.

Schlussfolgerungen: Die vorliegende Musterstatik ist eine typisierte Berechnung. Grabenbedingungen mit Verbau

können auch ungünstige Einbau- und Überschüttungsbedingungen aufweisen (z.B. Stufengraben, Spundwand, usw.). Es ist vor Anwendung kundenseits genau zu prüfen, ob die getroffenen Annahmen mit den tatsächlichen Bedingungen vor Ort übereinstimmen. Bei Abweichungen ist eine

an die örtlichen Verhältnisse angepasste Berechnung erforderlich.

Berechnungsart: Stahlbeton

Skizzen (Einbau/Rohr) in Ausdruck: Ja

3.1 Eingaben

3.1.1 Sicherheiten

Sicherheitsklasse: A (Regelfall)

Sicherheit Stabilität nach Tabelle 13: Ohne Vorverformungen (2,5 / 2,0)

Zulässige Verformung: 6% (Regelfall)

Behandlung von Innendruck: Gemäß Fußnote des ATV-DVWK-A 127

Kleinere Biegedruck-Sicherheiten: Nein (ATV-DVWK-A 127)

Nachweis bei nicht vorwiegend ruhender Belastung: Nach Regelwerk

Berücksichtigung von dyn pvh*:

Berücksichtigung der Vorverformungen Typ A in Verformungsnachweis:

Nach Norm
Nein

Behandlung Systemsteifigkeit VRB nach:

ATV-DVWK-A 127:2000 (nach

Rechenwert)

Rohrsteifigkeit nach Regelwerk: Ja

3.1.2 Boden

Bodengruppe Verfüllung: G

Berechnung E1: Tabelle 8 (A127)

Bodengruppe Einbettung: G1

Berechnung E20: Tabelle 8 (A127)

Bodengruppe anstehender Boden: G4

Berechnung E3: Verdichtungsgrad

/erdichtungsgrad E3: E4 = 10 · E1: Anwendung von Silotheorie: K2 nach Norm:	D _{Pr,E3} Ja Automatisch Ja	90,0	%
3.1.3 Belastung			
Überdeckungshöhe:	h	3,30	m
Minimaler Grundwasserstand über Sohle:	hw, _{min}	1,00	m
Maximaler Grundwasserstand über Sohle:	hw, _{max}	1,00	m
Auftriebsnachweis führen: Nichte des Bodens:	Nein _{VB}	20,0	kN/m³
Manuelle Angabe der Wichte des Bodens unter Auftrieb:	Nein	20,0	IXI 4/111
Zusätzliche Flächenlast:	p 0	0,0	kN/m²
nnendruck, langzeitig:	P _{I,L} Ja	0,00	bar
Vasserfüllung (z.B. Staukanal): Vichte Füllmedium:	Ja γF	10,0	kN/m³
/erkehrslast:	Straße SLW 60		
Ansatz horizontaler Belastungen aus Verkehr im Ermüdungsnachweis:	$\alpha_{qhT,dyn}$	0,00	%
3.1.4 Einbau			
Einbauweise:	Graben		
Grabenbreite in Scheitelhöhe:	b	1,60	m
Mindestgrabenbreite prüfen:	Nein		
Stärke der Bettungsschicht automatisch ermitteln: Böschungswinkel:	Ja ß	90	0
Jberschüttungsbedingung:	A2	90	
Einbettungsbedingung:	B2		
Berücksichtigung der Unterrammung nach Bericht der ATV-AG 1.5.5.:	Nein	0.40	
Dicke des Verbaus (einseitig): Auflagerart:	b _S Lose	0,10	m
Auflagerwinkel:	90°		
Relative Ausladung automatisch ermitteln:	Ja		
Jntere Sockelhöhe vorgeben: Gesamt-Sockelhöhe:	Nein h _s	0,00	m
	9	0,00	
3.1.5 Stahlbeton-Rohr	D: 1		
Auswahl der Eingaben: nnendurchmesser:	Di und s d _i	500	mm
	α ₁		
Vandstärke:	S	85	mm
Vandstärke: Betongüte:	s C35/45		
Betongüte: Betonstahl nach Norm:	C35/45 Ja		
Betongüte: Betonstahl nach Norm: Nachweis der Rissbreite:	C35/45 Ja Nein		
Betongüte: Betonstahl nach Norm: Nachweis der Rissbreite: Manuelle Vorgabe max fR: Lastklasse ermitteln:	C35/45 Ja		
Betongüte: Betonstahl nach Norm: Nachweis der Rissbreite: Manuelle Vorgabe max fR: Lastklasse ermitteln: Lastwechsel-Zahl manuell:	C35/45 Ja Nein Nein Nein Nein	85	
Betongüte: Betonstahl nach Norm: Nachweis der Rissbreite: Manuelle Vorgabe max fR: Lastklasse ermitteln: Lastwechsel-Zahl manuell: Dyn. Nachweis für:	C35/45 Ja Nein Nein Nein Nein 2·10^6 Lastwe	85	
Betongüte: Betonstahl nach Norm: Bachweis der Rissbreite: Manuelle Vorgabe max fR: Lastklasse ermitteln: Lastwechsel-Zahl manuell: Dyn. Nachweis für: Verhältnis E-Moduli manuell:	C35/45 Ja Nein Nein Nein Nein Nein 2·10^6 Lastwe	85	
Betongüte: Betonstahl nach Norm: Nachweis der Rissbreite: Manuelle Vorgabe max fR: Lastklasse ermitteln: Lastwechsel-Zahl manuell: Dyn. Nachweis für: Verhältnis E-Moduli manuell: Bewehrungsführung:	C35/45 Ja Nein Nein Nein Nein Sein 2·10^6 Lastwe Nein Einlagig	85 chsel	mm
Betongüte: Betonstahl nach Norm: Bachweis der Rissbreite: Manuelle Vorgabe max fR: Bastklasse ermitteln: Bastwechsel-Zahl manuell: Byn. Nachweis für: Werhältnis E-Moduli manuell: Bewehrungsführung: Expositionsklasse außen:	C35/45 Ja Nein Nein Nein Nein Nein 2·10^6 Lastwe	85 chsel n mäßig ang	mm
Betongüte: Betonstahl nach Norm: Bachweis der Rissbreite: Manuelle Vorgabe max fR: Lastklasse ermitteln: Lastwechsel-Zahl manuell: Dyn. Nachweis für: Verhältnis E-Moduli manuell: Bewehrungsführung: Expositionsklasse außen: Expositionsklasse innen: Besondere Maßnahmen:	C35/45 Ja Nein Nein Nein Nein 2·10^6 Lastwe Nein Einlagig XA2: Chemisol Ja	85 chsel n mäßig ang	mm
Betongüte: Betonstahl nach Norm: Bachweis der Rissbreite: Manuelle Vorgabe max fR: Lastklasse ermitteln: Lastwechsel-Zahl manuell: Dyn. Nachweis für: Verhältnis E-Moduli manuell: Bewehrungsführung: Expositionsklasse außen: Expositionsklasse innen: Besondere Maßnahmen:	C35/45 Ja Nein Nein Nein Nein 2·10^6 Lastwe Nein Einlagig XA2: Chemisol XA2: Chemisol	85 chsel n mäßig ang	mm
Betongüte: Betonstahl nach Norm: Nachweis der Rissbreite: Manuelle Vorgabe max fR: Lastklasse ermitteln:	C35/45 Ja Nein Nein Nein Nein 2·10^6 Lastwe Nein Einlagig XA2: Chemisol Ja	85 chsel n mäßig ang	mm
Betongüte: Betonstahl nach Norm: Nachweis der Rissbreite: Manuelle Vorgabe max fR: Lastklasse ermitteln: Lastwechsel-Zahl manuell: Dyn. Nachweis für: Verhältnis E-Moduli manuell: Bewehrungsführung: Expositionsklasse außen: Expositionsklasse innen: Besondere Maßnahmen: Abstand Längsbewehrung nach Norm: Durchmesser Ringbewehrung: Achsabstand Ringbewehrung:	C35/45 Ja Nein Nein Nein Nein 2·10^6 Lastwe Nein Einlagig XA2: Chemisol XA2: Chemisol Ja Ja Ørad e	85 chsel n mäßig ang n mäßig ang 6,0 95	mm reifend reifend mm mm
Betongüte: Betonstahl nach Norm: Blachweis der Rissbreite: Manuelle Vorgabe max fR: Besthasse ermitteln: Besthasse	C35/45 Ja Nein Nein Nein Nein 2·10^6 Lastwe Nein Einlagig XA2: Chemiscl XA2: Chemiscl Ja Ja Ørad e Øax	85 chsel n mäßig ang n mäßig ang 6,0 95 6,0	mm reifend reifend mm mm mm
Betongüte: Betonstahl nach Norm: Blachweis der Rissbreite: Manuelle Vorgabe max fR: Besthasse ermitteln: Besthasse	C35/45 Ja Nein Nein Nein Nein 2·10^6 Lastwe Nein Einlagig XA2: Chemisol XA2: Chemisol Ja Ja Ørad e	85 chsel n mäßig ang n mäßig ang 6,0 95 6,0 6	mm reifend reifend mm mm
Betongüte: Betonstahl nach Norm: Nachweis der Rissbreite: Manuelle Vorgabe max fR: Lastklasse ermitteln: Lastwechsel-Zahl manuell: Dyn. Nachweis für: Verhältnis E-Moduli manuell: Bewehrungsführung: Expositionsklasse außen: Expositionsklasse innen: Besondere Maßnahmen: Abstand Längsbewehrung nach Norm:	C35/45 Ja Nein Nein Nein Nein 2·10^6 Lastwe Nein Einlagig XA2: Chemiscl XA2: Chemiscl Ja Ja Ørad e Øax	85 chsel n mäßig ang n mäßig ang 6,0 95 6,0	mm reifend reifend mm mm mm

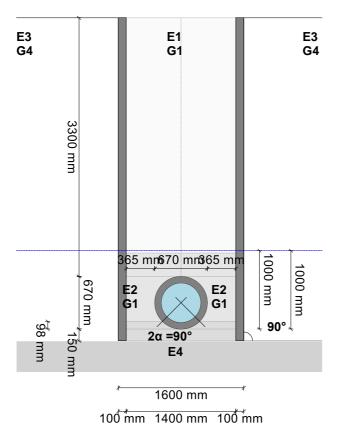
Teilsicherheiten manuell definieren:

Nein

Bewehrungsmenge ermitteln:

Nicht ermitteln

Verkehrslast: Straße SLW 60 (mit Straßenaufbau)



Hinweise Skizze:

Einzelgraben mit Verbau. Rückbau des Verbau schrittweise beim Verfüllen und Verdichtung nach dem Ziehen sicherstellen!

H = 0,70 - 3,30 m Sand- oder Kies-Sand-Auflager 2α′≥ 90°

Dicke der oberen Bettungsschicht b \geq 98 mm Dicke der unteren Bettungsschicht a \geq 150 mm

Die Rohrstatik gilt alternativ auch ohne Verbau mit einem Böschungswinkel 60°.

Bodenarten: Hauptverfüllung G1 bis G4

Leitungszone Ğ1

Anstehender Boden G1 bis G4

Die Bettung mit Sand- oder Kies-Sand-Auflager ist besonders sorgfältig auszuführen. Vor allem muss der Zwickelbereich der Bettung (obere Bettungsschicht b) mindestens so gut verdichtet sein wie die untere Bettungsschicht a.

Der Bodenaustausch in der Leitungszone mit Boden der Gruppe G1 ist zwingend einzuhalten.

Bei Abweichungen in der Bauausführung bzw. den Baubedingungen kann ggf. ein neuer statischer Nachweis erforderlich sein mit dann anderen Auflagerbedingungen.

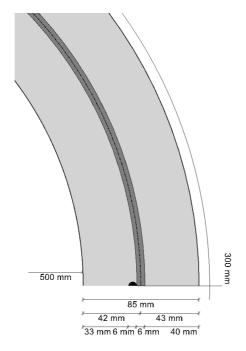
In der statischen Berechnung ist – gemäß ATV-DVWK A 127 Tabelle 8 – der Verdichtungsgrad in der Leitungszone und Hauptverfüllung mit 90 % angesetzt. Gemäß Vorgabe ist unter Straßen und Verkehrswegen eine Proctordichte von mindestens 97 % auszuführen.

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Zwischenergebnisse Rohr

Innendurchmesser: Außendurchmesser: Mittlerer Radius: Wanddicke: Verhältnis Radius zu Wanddicke: Korrekturfaktor Krümmung innen: Korrekturfaktor Krümmung außen:	d _i d _a r _m s r _m /s α _{ki} α _{ka}	500,0 670,0 292,50 85,00 3,441 1,097 0,903	mm mm mm mm [-] [-]
Lokale Vorverformung: Vorverformung (Ovalisierung vor Last):	$\begin{array}{l} \delta_{v,l} \\ \delta_{v,A} \end{array}$	0,00 0,00	% %
Radiale Profilfläche: Trägheitsabstand: Trägheitsmoment: Äußeres Widerstandsmoment: Inneres Widerstandsmoment: Flächenverhältnis:	Arad e I Wa Wi KQ	85,00 42,50 51.177,08 1.204,17 1.204,17	mm²/mm mm mm^4/mm mm³/mm mm³/mm [-]
3.2.1.1 Materialeigenschaften Wichte des Rohrwerkstoffs: Querkontraktionszahl: Charakteristische Zylinderdruckfestigkeit: Charakteristische Würfeldruckfestigkeit: Druckfestigkeit: Mittlere Zugfestigkeit: Mittlerer E-Modul (Sekantenmodul):	YR V fck,cyl fck,cube fcm fctm Ecm	25,0 0,15 35,0 45,0 43,0 3,2 34.077	kN/m³ [-] N/mm² N/mm² N/mm² N/mm²

3.2.1.2 Stahlbetonrohr



Durchmesser Längsbewehrung:	Øax	6,0	mm
Anzahl der Längsstäbe:	n _{ax}	6	[-]
Durchmesser Ringbewehrung:	\emptyset_{rad}	6,0	mm

Achsabstand Ringbewehrung: Exzentrizität Scheitel: Exzentrizität Kämpfer: Exzentrizität Sohle wie Scheitel:			e Z _{s,Scheitel} Z _{s,Kämpfer} Ja	95 0,0 0,0	mm mm mm
Profilhöhe Exzentrizität (Ausmitte) von der Achse Statische Höhe innen Statische Höhe außen	h Z _S 1 dS,i dS,e	Scheitel 85,00 0,0 42,5 42,5	Kämpfer 85,00 0,0 42,5 42,5	Sohle 85,00 0,0 42,5 42,5	mm mm mm mm
Verhältnis E-Modul Stahl zu E-Modul Beton n	ach DIN V 120 z _{id}	01:2004-08: 0,0	n 0,0	15,0 0,0	[-] mm
Ideelle Querschnittsfläche Ideelles Trägheitsmoment Ideelles Widerstandsmoment, außen Ideelles Widerstandsmoment, innen	Aid I _{id} Wid,a Wid,i	894,64 51.177,1 1.204,17 1.204,17	894,64 51.177,1 1.204,17 1.204,17	894,64 51.177,1 1.204,17 1.204,17	cm²/m mm^4/mm mm³/mm mm³/mm
Vorhandene Betondeckung, innen Vorhandene Betondeckung, außen	C _{nom,i} C _{nom,e}	33,5 39,5	33,5 39,5	33,5 39,5	mm mm
3.2.1.3 Mindestgrabenbreite nach DIN EN 16	10:2015-12				
Die Mindestgrabenbreite nach DIN EN 1610 / DWA-A 13	9 wird nicht überp	orüft.			
3.2.2 Zwischenergebnisse					
3.2.2.1 Silotheorie					
Erdlastbeiwert κ für Grabenlast (Silotheorie): Erdlastbeiwert κ0 für Flächenlast (Silotheorie) κ0 und κ wurden zu 1 gesetzt, da E1 größer E			к ко	1,000 1,000	[-] [-]
3.2.2.2 Belastung					
Grundwasserstand über Scheitel: Wichte Verfüllung unter Wasser: Vertikale Bodenspannung aufgrund Erdlast: Vertikale Bodenspannung aufgrund Erd- und Spannung aufgrund Verkehrslast: Enthaltener Stoßfaktor: Spannung für Ermüden inkl. Stoßbeiwert:	Flächenlast:		hw,Scheitel Y' PErd PE PV ¢ PT	0,33 11,00 63,03 63,03 18,76 1,20 16,90	m kN/m³ kN/m² kN/m² kN/m² [-] kN/m²
3.2.2.3 Boden-Verformungsmoduln EB					
E-Modul Verfüllung unter Last:			Ε1,σ	6,00	N/mm²
$E_{3,\sigma} = \frac{40}{4} \cdot e^{-0.188(100 - D_{Pr})}$					3.01
E-Modul anstehender Boden: E-Modul Einbettung unter Last: Reduktionsfaktor für das Kriechen: Verdichtungsgrad aus Tabelle 8: Abminderungsfaktor E20 (Grundwasser): Abminderungsfaktor E20 (Diagramm 5): Abminderungsfaktor E20 (enger Graben): E-Modul Einbettung (abgemindert): E-Modul Boden unter dem Rohr:			E3, σ E20, σ f1 Dpr,E20 f2 α B0 α B E2, σ E4, σ	1,53 6,00 1,000 0,90 0,750 0,333 0,642 2,89 60,00	N/mm² N/mm² [-] [-] [-] [-] N/mm² N/mm²
3.2.2.4 Bodensteifigkeiten Hilfewort für herizentale Bettungssteifigkeit:			Ac	1 010	[]
Hilfswert für horizontale Bettungssteifigkeit: Korrekturfaktor für die horizontale Bettungsste Horizontale Bettungssteifigkeit:	eifigkeit:		Δ _f ζ S _{Bh}	1,010 0,740 1,282	[-] [-] N/mm²
-					

/ertikale Bettungssteifigkeit:	S_{BV}	2,888	N/mm²
3.2.2.5 Auflagerwinkel, wirksame Ausladung und Reibungswinkel			
Auflagerwinkel: Höhe Auflager von Auflagerwinkel bis UK Rohr: Berechnete Ausladung: Wirksame Ausladung: nnerer Reibungswinkel: Wandreibungswinkel:	2α t _r a a' φ' δ	90 0,098 1,00 2,078 20,000 6,667	o m [-] [-]
3.2.2.6 Rohrwerkstoffkennwerte und Ringsteifigkeit			
Elastizitätsmodul in Ringrichtung: Radiale Biegezugfestigkeit: Radiale Biegedruckfestigkeit:	E _R σ _{RBZ} σ _{RBD}	34.077,1 5,5 35,0	N/mm² N/mm² N/mm²
Rohrsteifigkeit:	S _R	69.689	kN/m²
3.2.2.7 Steifigkeitsverhältnisse			
Systemsteifigkeit, gewichtet: Steifigkeitsverhältnis: Resultierender Verformungsbeiwert:	V _{RB,w} Vs c' _v	54,3737 221,2522 -0,1091	[-] [-] [-]
3.2.2.8 Beiwerte			
Erdruckbeiwert (Einbettung): Beiwert für den Bettungsreaktionsdruck: Resultierender Verformungsbeiwert: Resultierender Verformungsbeiwert:	K ₂ K* c'h c'h,qh*	0,500 0,002 0,1003 -0,0742	[-] [-] [-]
3.2.2.9 Konzentrationsfaktoren λR und λB			
Maximaler Konzentrationsfaktor:	max λ	2,329	[-]
ür Rohre großer Steifigkeit (VRB > 1) ist die Berechnung mit λR = max λ nach Abschnitt 6	3.3.1 weiterzuführen.		
Konzentrationsfaktor über Rohr, Startwert: Konzentrationsfaktor über Rohr, unter Grabeneinfluss:	λ _R λ _{RG}	2,329 1,615	[-] [-]
Konzentrationsfaktor über Rohr, oberer Grenzwert: Konzentrationsfaktor über Rohr, unterer Grenzwert:	$\lambda_{fo} \ \lambda_{fu}$	3,505 0,465	[-] [-]
Konzentrationsfaktor über Rohr, endgültiger Wert: Konzentrationsfaktor Boden:	λ_{RG} λ_{B}	1,615 0,557	[-] [-]
3.2.2.10 Druckverteilung am Rohrumfang			
/ertikale Gesamtlast: Seitendruck: Settungsreaktionsdruck (Wasserfüllung):	qv qh q*hw	120,54 19,40 0,00	kN/m² kN/m² kN/m²
3.2.3 Nicht lastabhängige Nachweise, Stahlbeton			
3.2.3.1 Mindestbetongüte infolge der gewählten Expositionsklasse			
flindestbetongüte, Außen: flindestbetongüte, Innen:	C35/45 C35/45		
Betongüte:	C35/45		
Die Mindestbetongüte wird eingehalten.			

Vorhandene Ringbewehrung:

2,98

vorh. asring

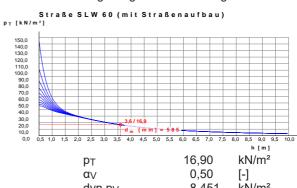
cm²/m

/lindest-Ringbewehrung DIN EN 1916:			min. as	2,13	cm²/m
		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
/orhandene Bewehrung	vorh. as	2,98	2,98	2,98	cm²/m
1 Indestbewehrung	min. a _s	2,13	2,13	2,13	cm²/m
usnutzung Bewehrung (Mindestbewehrung	U min. a _s	71,4	71,4	71,4	%
DIN)					
Die Mindestbewehrung nach DIN EN 1916:20	02, 5.2.1 wird	eingehalten bzv	v. übertroffen.		
.2.3.3 Abstand und Anzahl der Längsstäbe (D	OIN V 1201:200	04-08 5.2.1)			
flaximaler Soll-Abstand Längsbewehrung:			e _{L,max}	450	mm
ınzahl der Längsstäbe:			n _{ax}	6	[-]
ngesetzter Radius:			r	290	mm
orhandener Umfang Längsbewehrung:			$U_{L,vor}$	1.800	mm
orhandener Abstand Längsbewehrung:			e _{L,vor}	300	mm
orhandene Längsbewehrung:			vorh as,L	0,94	cm²/m
Der Abstand der Längsstäbe ist ausreichend k	dein.				
.2.3.4 Betondeckung (DIN V 1201:2004-08 5.	2.2)				
s wird ein Vorhaltemaß von 10 mm angesetzt (Rohr nach	DIN V 1201).				
ie erforderliche Betonüberdeckung wurde aufgrund 'besc	nderer Maßnahm				
		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
rf. Betondeckung außen	erf. c _{nom,e}	30,0	30,0	30,0	mm
orhandene Betondeckung, außen	C _{nom,e}	39,5	39,5	39,5	mm
Die Betondeckung (außen) ist ausreichend.					
	_				
	erf. c _{nom,i}	30,0	30,0	30,0	mm
orhandene Betondeckung, innen	erf. C _{nom,i} C _{nom,i}	30,0 33,5	30,0 33,5	30,0 33,5	mm mm
orhandene Betondeckung, innen	,.			,	
Erf. Betondeckung innen /orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend.	,.			,	
orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. .2.4 Schnittkräfte , Langzeit	,.	33,5 Scheitel	33,5 Kämpfer	33,5 Sohle	
orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. .2.4 Schnittkräfte , Langzeit	,.	33,5	33,5	33,5	
orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit littlerer Radius	C _{nom,i}	33,5 Scheitel 292,50	33,5 Kämpfer 292,50	33,5 Sohle	mm
orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit littlerer Radius loment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung	r _m M _{qv}	33,5 Scheitel	33,5 Kämpfer 292,50 -2,877	33,5 Sohle 292,50	mm
orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit littlerer Radius loment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung loment aufgrund Seitendruck	r _m M _{qv} M _{qh}	33,5 Scheitel 292,50 2,826 -0,415	33,5 Kämpfer 292,50 -2,877 0,415	33,5 Sohle 292,50 3,238	mm mm kNm/m
orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit littlerer Radius loment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung loment aufgrund Seitendruck loment aufgrund horiz.	r _m M _{qv}	33,5 Scheitel 292,50 2,826	33,5 Kämpfer 292,50 -2,877	Sohle 292,50 3,238 -0,415	mm mm kNm/m kNm/m
orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit littlerer Radius loment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung loment aufgrund Seitendruck loment aufgrund horiz. ettungsreaktionsdruck loment aufgrund horiz. Bettungsreakt.	r _m M _{qv} M _{qh}	33,5 Scheitel 292,50 2,826 -0,415	33,5 Kämpfer 292,50 -2,877 0,415	Sohle 292,50 3,238 -0,415	mm mm kNm/m kNm/m
orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit Iittlerer Radius Ioment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung Ioment aufgrund Seitendruck Ioment aufgrund horiz. ettungsreaktionsdruck Ioment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Wasserfüllung)	rm Mqv Mqh M*qh M*qw	Scheitel 292,50 2,826 -0,415 0,000 0,000	33,5 Kämpfer 292,50 -2,877 0,415 0,000 0,000	Sohle 292,50 3,238 -0,415 0,000 0,000	mm kNm/m kNm/m kNm/m
orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit littlerer Radius loment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung loment aufgrund Seitendruck loment aufgrund horiz. ettungsreaktionsdruck loment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Vasserfüllung) loment aufgrund Eigengewicht	rm Mqv Mqh M*qh M*qw	Scheitel 292,50 2,826 -0,415 0,000 0,000	33,5 Kämpfer 292,50 -2,877 0,415 0,000 0,000 -0,088	Sohle 292,50 3,238 -0,415 0,000 0,000 0,117	mm kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m
orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit littlerer Radius loment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung loment aufgrund Seitendruck loment aufgrund horiz. ettungsreaktionsdruck loment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Vasserfüllung) loment aufgrund Eigengewicht loment aufgrund Wasserfüllung	rm Mqv Mqh M*qh M*qw	Scheitel 292,50 2,826 -0,415 0,000 0,000 0,076 0,053	33,5 Kämpfer 292,50 -2,877 0,415 0,000 0,000 -0,088 -0,061	33,5 Sohle 292,50 3,238 -0,415 0,000 0,000 0,117 0,080	mm kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m
orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit ittlerer Radius oment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung oment aufgrund Seitendruck oment aufgrund horiz. ettungsreaktionsdruck oment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Vasserfüllung) oment aufgrund Eigengewicht oment aufgrund Wasserfüllung oment aufgrund Wasserdruck/Innendruck	rm Mqv Mqh M*qh M*qw Mg Mw Mpw	Scheitel 292,50 2,826 -0,415 0,000 0,000 0,076 0,053 -0,006	Xämpfer 292,50 -2,877 0,415 0,000 0,000 -0,088 -0,061 -0,006	Sohle 292,50 3,238 -0,415 0,000 0,000 0,117 0,080 -0,006	mm kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m
orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit Littlerer Radius Loment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung Loment aufgrund Seitendruck Loment aufgrund horiz. Lettungsreaktionsdruck Loment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Vasserfüllung) Loment aufgrund Eigengewicht Loment aufgrund Wasserfüllung Loment aufgrund Wasserdruck/Innendruck	rm Mqv Mqh M*qh M*qw	Scheitel 292,50 2,826 -0,415 0,000 0,000 0,076 0,053	33,5 Kämpfer 292,50 -2,877 0,415 0,000 0,000 -0,088 -0,061	33,5 Sohle 292,50 3,238 -0,415 0,000 0,000 0,117 0,080	mm kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m
orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. Die Betondeckung innen Die Betondeckung innen	rm Mqv Mqh M*qh M*qw Mg Mw Mpw	Scheitel 292,50 2,826 -0,415 0,000 0,000 0,076 0,053 -0,006	33,5 Kämpfer 292,50 -2,877 0,415 0,000 0,000 -0,088 -0,061 -0,006 -2,617	Sohle 292,50 3,238 -0,415 0,000 0,000 0,117 0,080 -0,006 3,015	mm kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m
Orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit Dittlerer Radius Doment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung Doment aufgrund Seitendruck Doment aufgrund horiz. Dettungsreaktionsdruck Doment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Wasserfüllung) Doment aufgrund Eigengewicht Doment aufgrund Wasserfüllung Doment aufgrund Wasserdruck/Innendruck Doment aufgrund Wasserdruck/Innendruck Doment der Momente	rm Mqv Mqh M*qh M*qw Mg My	Scheitel 292,50 2,826 -0,415 0,000 0,000 0,076 0,053 -0,006	Xämpfer 292,50 -2,877 0,415 0,000 0,000 -0,088 -0,061 -0,006	Sohle 292,50 3,238 -0,415 0,000 0,000 0,117 0,080 -0,006	mm kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m
Orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit Mittlerer Radius Moment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung Moment aufgrund Seitendruck Moment aufgrund horiz. Bettungsreaktionsdruck Moment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Wasserfüllung) Moment aufgrund Eigengewicht Moment aufgrund Wasserfüllung Moment aufgrund Wasserdruck/Innendruck Brumme der Momente Mittlerer Radius Momentkraft aufgrund vertikaler	rm Mqv Mqh M*qh M*qw Mg Mw Mpw	33,5 Scheitel 292,50 2,826 -0,415 0,000 0,000 0,076 0,053 -0,006 2,534 Scheitel	33,5 Kämpfer 292,50 -2,877 0,415 0,000 0,000 -0,088 -0,061 -0,006 -2,617 Kämpfer	Sohle 292,50 3,238 -0,415 0,000 0,000 0,117 0,080 -0,006 3,015	mm kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m
Orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit Mittlerer Radius Moment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung Moment aufgrund Seitendruck Moment aufgrund horiz. Bettungsreaktionsdruck Moment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Wasserfüllung) Moment aufgrund Eigengewicht Moment aufgrund Wasserfüllung Moment aufgrund Wasserdruck/Innendruck Bumme der Momente Mittlerer Radius Momentaufgrund vertikaler Besamtbelastung	rm Mqv Mqh M*qh M*qw Mg Mw Mpw ΣΜ	Scheitel 292,50 2,826 -0,415 0,000 0,000 0,076 0,053 -0,006 2,534 Scheitel 292,50 1,869	Xämpfer 292,50 -2,877 0,415 0,000 0,000 -0,088 -0,061 -0,006 -2,617 Kämpfer 292,50 -35,259	Sohle 292,50 3,238 -0,415 0,000 0,000 0,117 0,080 -0,006 3,015 Sohle 292,50 -1,869	mm kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m
Orhandene Betondeckung, innen Die Betondeckung (innen) ist ausreichend. 2.4 Schnittkräfte , Langzeit Dittlerer Radius Doment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung Doment aufgrund Seitendruck Doment aufgrund horiz. Dettungsreaktionsdruck Doment aufgrund horiz. Bettungsreakt. Wasserfüllung) Doment aufgrund Eigengewicht Doment aufgrund Wasserfüllung Doment aufgrund Wasserdruck/Innendruck Doment aufgrund Wasserdruck/Innendruck Doment aufgrund wasserfüllung Doment aufgrund wasserdruck/Innendruck Dittlerer Radius Domentalkraft aufgrund vertikaler	rm Mqv Mqh M*qh M*qw Mg Mw Mpw	Scheitel 292,50 2,826 -0,415 0,000 0,000 0,076 0,053 -0,006 2,534 Scheitel 292,50	33,5 Kämpfer 292,50 -2,877 0,415 0,000 0,000 -0,088 -0,061 -0,006 -2,617 Kämpfer 292,50	Sohle 292,50 3,238 -0,415 0,000 0,000 0,117 0,080 -0,006 3,015	mm kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m kNm/m

Normalkraft aufgrund horiz. Bettungsreakt. (Wasserfüllung)	N^*_{qw}	0,000	0,000	0,000	kN/m
Normalkraft aufgrund Eigengewicht	N_g	0,207	-0,976	-0,207	kN/m
Normalkraft aufgrund Wasserfüllung	N _w	0,571	0,184	1,140	kN/m
Normalkraft aufgrund WasserdruckIInnendruc	k N _{pw}	-3,350	-3,350	-3,350	kN/m
Summe der Normalkräfte	ΣΝ	-6,377	-39,402	-9,959	kN/m

Enthaltener Stoßfaktor: ϕ 1,20 [-]

Die vertikalen Spannungen im Boden infolge von Straßenverkehrslasten dürfen beim Ermüdungsnachweis ohne besonderen Nachweis mit einer um 0,30 m erhöhten Überdeckungshöhe berechnet werden. Dadurch wird berücksichtigt, dass für häufige Lastwechsel immer ein Straßenoberbau mit einer günstigen Lastverteilung vorhanden ist.



Spannung für Ermüden inkl. Stoßbeiwert: Abminderungsfaktor αV nach Tabelle 14 für Verkehrslasten:

Abgeminderte vertikale Bodenspannung für Ermüdung: dyn pv 8,451 kN/m²

Die stützende Wirkung des Bettungsreaktionsdruckes dyn pVh* wird nicht angesetzt, da sich das Rohr-Boden-System

biegesteif verhält.	a. a.cc. a.y p		.9,		
		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
	may	0.274	-0.279	0.314	[-]
Moment aufgrund vertikaler Bodenspannung aufgrund dynamischer Last	dyn M _{qv}	0,198	-0,202	0,227	kNm/m
Summe der Momente aufgrund Verkehrslast	MQK,dyn	0,198	-0,202	0,227	kNm/m
	n _{pV}	0,053	-1,000	-0,053	[-]
Normalkraft aufgrund vertikaler Bodenspannung aufgrund dynamischer Last	dyn N _{qv}	0,131	-2,472	-0,131	kN/m
Summe der Normalkräfte aufgrund Verkehrslast	N _{QK,dyn}	0,131	-2,472	-0,131	kN/m

3.2.5 Bemessung Ringbewehrung

Teilsicherheitsbeiwert Tragwiderstand Beton	:		YRC	1,50	[-]
Teilsicherheitsbeiwert Tragwiderstand Stahl:			γRS	1,15	[-]
Charakteristische Zylinderdruckfestigkeit:			f _{ck,cyl}	35,0	N/mm²
Bemessungswert Beton:			f_{cd}	19,83	N/mm ²
Nennstreckgrenze:			fyk	500	N/mm²
Bemessungswert Betonstahl:			f_{yd}	434,78	N/mm²
		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Summe der Momente	ME	2,534	-2,617	3,015	kNm/m
Summe der Momente inkl.	$M_{E,d}$	3,421	-3,534	4,070	kNm/m
Teilssicherheitsbeiwert					
Summe Normalkraft	NE	-6,377	-39,402	-9,959	kN/m
Summe der Normalkräfte inkl.	$N_{E,d}$	-8,609	-53,192	-13,444	kN/m
Teilssicherheitsbeiwert					
Bemessung:		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Exzentrizität (Ausmitte) von der Achse	Zs1	0,0	0,0	0,0	mm
Auslegungsmoment Plattenbemessung	MEd_{S}	3,421	3,534	4,070	kNm/m

Statische Höhe	$\begin{array}{l} d \\ \mu_{Ed,s} \\ \omega \\ \sigma_{s,d} \end{array}$	0,043	0,043	0,043	m
Normiertes Auslegungsmoment		0,0955	0,0986	0,1136	[-]
Erforderlicher mechanischer Bewehrungsgrad		0,1007	0,1042	0,1211	[-]
Rechenwert der Stahlgrenzspannung		434,78	434,78	434,78	N/mm²
Vorhandene Bewehrung	vorh. a _s	2,98	2,98	2,98	cm²/m
Erforderliche Bewehrung (Bemessung)	a _{s,calc}	1,75	0,80	2,04	cm²/m
Ausnutzung Bewehrung (Bemessung)	U a _{s,calc}	58,9	26,8	68,5	%

Die gewählte Bewehrung ist ausreichend.

3.2.6 Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (DIN V 1201:2004-08 5.2.5)

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Ideelles Widerstandsmoment, Zugseite	Wid	1.204,17	1.204,17	1.204,17	mm³/mm
Biegespannungsanteil aus Biegemomenten	σ _{M,E}	2,1042	2,1737	2,5035	N/mm ²
Spannungsanteil aus Normalkräften	σ _{N,E}	-0,0713	-0,4404	-0,1113	N/mm²
Maßgebliche Biegezugspannung	σ_{bz}	2,0329	1,7332	2,3922	N/mm ²
Spannungsverhältnis	σ_N/σ_M	-0,0339	-0,2026	-0,0445	[-]
Profilhöhe	h	85,00	85,00	85,00	mm
Beiwert nach DIN V 1201, Bild 9	f _R	0,95	0,90	0,94	[-]
Rohrvergleichsspannung unter Risskraft im	σvr	1,92	1,56	2,25	N/mm ²
Zustand I					
Mittlere Zugfestigkeit:			f _{ctm}	3,2	N/mm²
Maximale Rohrvergleichsspannung nach DIN V 1201:			$\max \sigma_{VR}$	5,50	N/mm²
A Debase aleiska assaura	11 -	05.0	00.0	40.0	0/
Ausnutzung Rohrvergleichsspannung	U σ _{VR}	35,0	28,3	40,8	%

Der Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist erbracht.

Alle Nachweise für die Bemessung des Stahlbetons wurden erbracht.

4 Anhänge

Verlegeanweisung

Die von uns hergestellten Produkte, hier insbesondere

- Beton- und Stahlbetonrohre nach DIN EN 1916 und DIN V 1201
- Schachtfertigteile nach DIN EN 1917 und DIN 4034-1 Schachtfertigteile nach DIN 4034-2
- Stahlbetonfertigteile und Stahlbetonschachtbauwerke

sind

- nach den Technischen Vorschriften, insbesondere nach DIN 19695, zu befördern
- neben der FBS-Richtlinie für den Einbau von Rohren und Schachtfertigteilen aus Beton und Stahlbeton, sowie der FBS-Richtlinie für den Einbau von FBS-Schachtfertigteilen aus Beton und Stahlbeton, sind beim Entladen/Abladen, Lagern und Transport auf der Baustelle, Ablassen in den Graben und Einbau/Montage der Rohre und Schachtfertigteile die jeweils zum Zeitpunkt gültigen Unfallverhütungsvorschriften, wie BG-Regeln, u. a. DGUV Regel 100-500 "Betreiben von Arbeitsmitteln", sowie DGUV Regel 101-001 Sicherheitsregeln "Transportanker und –systeme von Betonfertigteilen", zu
- nach DIN EN 1610 (DIN EN 476) und DWA-A 139, sowie den FBS-Einbaurichtlinien
- bei Rohren mit seitlichen Verlegeankern (ab DN 1300), sowie bei Rohren mit Sonderquerschnitten (z.B. Drachenquerschnitt) für die Rohrmontage Rohrzuggeräte zu verwenden, die im Rohrschaft fixiert werden und das Rohr zusammenziehen. Dabei ist es hilfreich, dass die Rohrmontage durch Einsatz zusätzlich angebrachter Hubzüge - links und rechts an den Ankern des zu verlegenden zum verlegten Rohr unterstützt wird.

Um Beschädigungen an den Beton- und Stahlbetonrohren beim Zusammenziehen zu vermeiden, sollen Rohrstoßfugenbegrenzer (Abstandhalter) im Muffengrund fixiert

Die max. zulässige Abwinkelung von Rohrverbindungen dürfen die Werte nach DIN EN 476 nicht überschreiten. Dabei dürfen diese Werte nicht gezielt eingesetzt werden um die Rohre in einem Bogen zu verlegen.

Gemäß DWA-A 139 und FBS-Richtlinie für den Einbau von Rohren und Schachtfertigteilen sind die Ankermulden vor dem Verfüllen dauerhaft, dicht und korrosionssicher zu verschließen.

09/2019

<u>Hinweis:</u> Die vorliegenden rechnerischen Nachweise sind von den Eingangsparametern abhängig. Bereits geringe Abweichung dazu können zu erheblichen und nicht zulässigen Spannungsüberschreitungen führen. Daher ist vor Baubeginn und während der Bauausführung die Übereinstimmung aller Annahmen mit den örtlich vorliegenden Verhältnissen zu prüfen. Ggf. kann ein neuer statischer Nachweis erforderlich sein.

>Die Berechnung erfolgt für Rohre der Fa. SCHNURRER, Weiden<

Statische Berechnung aufgestellt, Weiden

Dipl.Ing. (FH) Bernhard Graf

JOSEF SCHNURRER GMBH & CO. KG Betonwerk - Baustoffe 92637 WEIDEN OPF.