

STATISCHE BERECHNUNG VON STAHLBETON-FALZMUFFENROHREN DN 2400 MM  
NACH ATV-A 127

**Bauvorhaben:****Grafenhausen - Morgenweide  
Löschwasserbehälter**

hier: Statische Berechnung von Stahlbeton-Falzmuffenrohren  
offene Verlegung nach ATV-A 127

**K-FM-DN 2400 x DA 2880 mm  
Falzmuffenrohr**

**Rohrhersteller:**

Röser III GmbH  
Industriestraße 6  
78256 Steißlingen

**Bauunternehmer:**

Staller  
Grafenhauser Straße 15  
79865 Grafenhausen

**Nennweite:**

DN	2400	X	2880	mm
Baulänge	2500	mm		

**Verkehrsbelastung:**

SLW 30

**Erdüberdeckung:**

von 1,20 bis 2,00 m über Rohrscheitel

**Baustoffe:**

Stahlbeton  
Baustahl  
Expositionsklasse

C 50/60  
BST 500 A  
XA2, XC2

**Freies**

**INGENIEURBÜRO**

Dr.sc.techn. Uwe **Rößler**

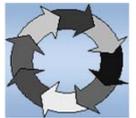
Hertlingstraße 5, 76726 Germersheim

Telefon: **07274 / 700 1972**

Mobil: **0173 / 54 117 39**

E-mail: [info@uweroessler.de](mailto:info@uweroessler.de)

[www.uweroessler.de](http://www.uweroessler.de)



# INHALTSVERZEICHNIS

	<b>Seite:</b>
<b>1.</b> Bemerkungen	<b>3</b>
<b>2.</b> Bewehrungsskizzen: Falzmuffenrohr	<b>4</b>
<b>3.</b> Statische Berechnung des Stahlbeton-Rohres DN 2400 nach ATV 127	<b>5 - 13</b>
<b>4.</b> Nachweis der Auftriebssicherheit nach DIN EN 1997	<b>14 - 15</b>
<b><u>Anlage 1:</u></b> Belastungs- und Einbaubedingungen - offene Bauweise	<b>16 - 17</b>
<b><u>Anlage 2:</u></b> Auszug aus DWA-A 139: Anhang B: Zusätzliche Informationen hinsichtlich der Eigenschaften von körnigen, ungebundenen Baustoffen für die Leitungszone	<b>18 - 22</b>

Bei evtl. erforderlichen Rückfragen stehen wir jederzeit gerne zur Verfügung.

erstellt: Germersheim, den 11.11.2021

(Dr.sc.techn. Uwe Rössler)



## 1. Bemerkungen

In der vorliegenden Berechnung werden die statischen Nachweise sowie die Bemessungen von Stahlbeton-Falzmuffenrohren nach ATV 127 (offene Verlegung) durchgeführt.

Die Stahlbeton-Rohre DN 2400 mm haben eine Wandstärke von  $d = 240$  mm.

Die Rohre werden in einer Betongüte **C 50/60** hergestellt.

Die Betondeckung (**nom c**) beträgt innen **40** mm und außen **40** mm.

Die Erdüberdeckung beträgt **1,20** m bis **2,00** m über Rohrscheitel mit SLW 30 Verkehrsbelastung.

Ein Ermüdungsnachweis ist nicht erforderlich, da kein fließender Verkehr über dem Rohr vorhanden ist.

### Die Rohre sind berechnet für einen Einbau nach DIN EN 1610 und DIN V 1201:

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  $2 \times \alpha = 120^\circ$

#### Höhe der Bettungsschichten nach DIN EN 1610/ATV-DVWK-A 139 bei Sand/Sand-Kies-Auflager:

obere Bettung	min b	= 0,25 da =	0,72 m
untere Bettung	min a	= 100 mm + 1/10 DN mm =	0,34 m bzw.
bei hartem Baugrund oder Fels	min a	= 100 mm + 1/5 DN mm = (min. 150 mm)	0,58 m

**Einbettungsbedingung B1** Lagenweise gegen den gewachsenen Boden bzw. lagenweise in der Dammschüttung verdichtete Bettung und Seitenverfüllung

**Überschüttungsbedingung A1** Lagenweise gegen den gewachsenen Boden verdichtete Grabenverfüllung bzw. Dammschüttung

Einbau in geböschtem Graben mit Böschungswinkel  $60^\circ$  und Berechnungsgrabenbreite von 6,6 m

### Mindestbewehrungsgehalt gem. DIN EN 1916

soll:	<b>0,25</b>	% der Längsquerschnittsfläche des Betonquerschnittes (für profilierten Stahl)
entspricht:	<b>6,00</b>	<b>cm<sup>2</sup>/m</b> < vorhanden gesamt <b>7,37</b> <b>cm<sup>2</sup>/m</b>
(berechnet mit der Wandstärke von	<b>240</b>	mm)

### Erforderliche Bewehrung nach ATV-A 127 bzw. Mindestbewehrung gem. DIN EN 1916:

#### **Spiralbewehrung INNEN:**

vorh.. As :	d =	<b>8</b>	mm, e =	<b>12,5</b>	cm
			vorh. as=	<b>4,02</b>	cm <sup>2</sup> /m

#### **Spiralbewehrung AUSSEN:**

vorh.. As :	d =	<b>8</b>	mm, e =	<b>15,0</b>	cm
			vorh. as=	<b>3,35</b>	cm <sup>2</sup> /m

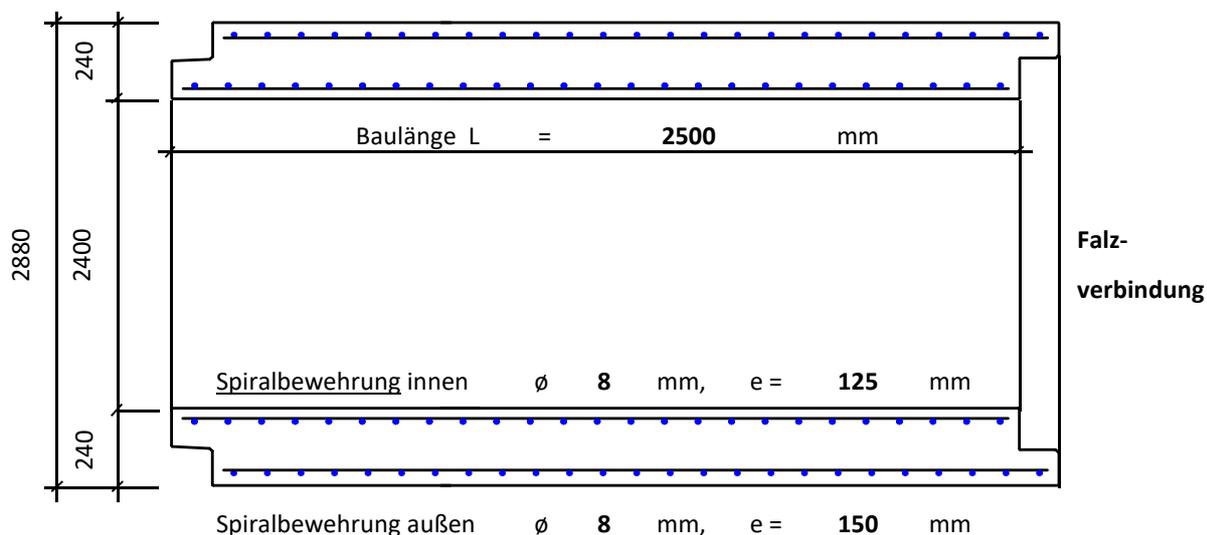
Der Berechnung liegen die Angaben der ausführenden Firma zugrunde (siehe Anlage 1).

**Hinweis:** Eine Änderung der Einbau- oder Lastbedingungen kann eine neue statische Berechnung erforderlich machen. Eine Rücksprache mit dem Ersteller der Statik ist daher dringend zu empfehlen !!

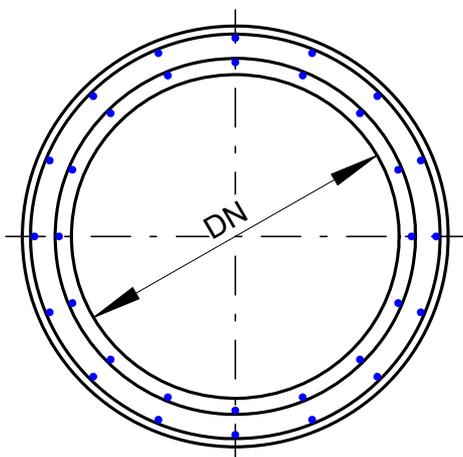


## 2. Bewehrungsskizze:

### Längsschnitt Falzmuffenrohr



### Querschnitt



DN 2400 mm

#### Längsbewehrung :

innen 24 Stk.  $\varnothing 8$  mm  
 außen 24 Stk.  $\varnothing 8$  mm

#### Baustoff :

Beton: C 50/60  
 Stahl: BST 500 A  
 Expositions-kl.: XA2, XC2

#### Betondeckung:

c nom innen= 40 mm  
 c nom außen= 40 mm

Bauvorhaben: Grafenhausen - Morgenweide  
 Löschwasserbehälter

Rohrhersteller: Röser III GmbH  
 Industriestraße 6  
 78256 Steißlingen

### 3. Statik nach ATV-DVWK-A 127, 3.Auflage: max Eü

Titel der Teilstatik: max Eü

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*:	Nach Norm
Berücksichtigung der Vorverformungen Typ A in Verformungsnachweis:	Ja
Behandlung Systemsteifigkeit VRB nach:	DWA-A 161:2014 (nach Materialart)
Rohrsteifigkeit nach Regelwerk:	Ja

##### 2.1.2 Boden

Bodengruppe Verfüllung:	G2
Berechnung E1:	Tabelle 8 (A127)
Bodengruppe Einbettung:	G2
Berechnung E20:	Tabelle 8 (A127)
Bodengruppe anstehender Boden:	G2
Berechnung E3:	Verdichtungsgrad
Verdichtungsgrad E3:	D <sub>Pr,E3</sub> 90,0 %
E4 = 10 · E1:	Ja
Anwendung von Silotheorie:	Automatisch

##### 2.1.3 Belastung

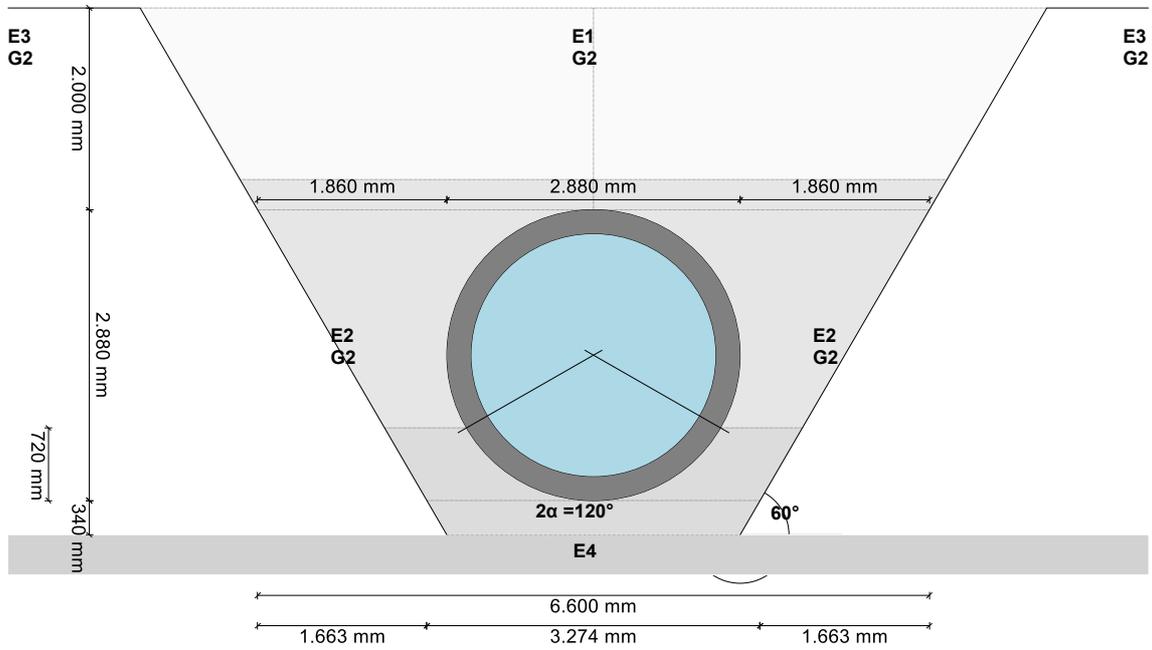
Überdeckungshöhe:	h	2,00	m
Minimaler Grundwasserstand über Sohle:	h <sub>W,min</sub>	0,00	m
Maximaler Grundwasserstand über Sohle:	h <sub>W,max</sub>	0,00	m
Wichte des Bodens:	γ <sub>B</sub>	20,0	kN/m <sup>3</sup>
Zusätzliche Flächenlast:	p <sub>0</sub>	0,0	kN/m <sup>2</sup>
Innendruck, langfristig:	P <sub>I,L</sub>	0,00	bar
Wasserfüllung (z.B. Staukanal):	Ja		
Wichte Füllmedium:	γ <sub>F</sub>	10,0	kN/m <sup>3</sup>
Verkehrslast:	Straße SLW 30		
Ansatz horizontaler Belastungen aus Verkehr im Ermüdungsnachweis:	α <sub>qhT,dyn</sub>	50,00	%

##### 2.1.4 Einbau

Einbauweise:	Graben		
Grabenbreite in Scheitelhöhe:	b	6,60	m
Mindestgrabenbreite prüfen:	Ja		
Stärke der Bettungsschicht automatisch ermitteln:	Ja		
Böschungswinkel:	β	60	°
Überschüttungsbedingung:	A1		
Einbettungsbedingung:	B1		
Auflagerart:	Lose		

Auflagerwinkel:	120°		
Relative Ausladung:	a	1,00	[-]
Relative Ausladung automatisch ermitteln:	Nein		
<b>2.1.5 Stahlbeton-Rohr</b>			
Auswahl der Eingaben:	Da und Di		
Außendurchmesser:	d <sub>a</sub>	2.880	mm
Innendurchmesser:	d <sub>i</sub>	2.400	mm
Betongüte:	C50/60		
Betonstahl nach Norm:	Ja		
Nachweis der Rissbreite:	Nein		
Manuelle Vorgabe max $\sigma$ VR:	Nein		
Lastklasse ermitteln:	Nein		
Lastwechsel-Zahl manuell:	Ja		
Schwingbreite ( $\Delta\sigma_{Rsk}(N)$ ):	$\Delta\sigma_{Rsk}(N)$	98,90	N/mm <sup>2</sup>
Verhältnis E-Moduli manuell:	Nein		
Bewehrungsführung:	Zweilagig		
Expositionsklasse außen:	XA2: Chemisch mäßig angreifend		
Expositionsklasse innen:	XA2: Chemisch mäßig angreifend		
Besondere Maßnahmen:	Ja		
Abstand Längsbewehrung nach Norm:	Ja		
Reihenfolge innere Bewehrung:	Längsstäbe innerhalb Ringbewehrung		
Reihenfolge äußere Bewehrung:	Längsstäbe innerhalb Ringbewehrung		
Durchmesser Ringbewehrung innen:	$\varnothing_{rad,i}$	8	mm
Abstand Ringbewehrung innen:	e <sub>i</sub>	125	mm
Durchmesser Ringbewehrung außen:	$\varnothing_{rad,e}$	8	mm
Abstand Ringbewehrung außen:	e <sub>e</sub>	150	mm
Durchmesser Längsbewehrung innen:	$\varnothing_{ax,i}$	8	mm
Anzahl der Längsstäbe innen:	n <sub>ax,i</sub>	24	[-]
Durchmesser Längsbewehrung außen:	$\varnothing_{ax,e}$	8	mm
Anzahl der Längsstäbe außen:	n <sub>ax,e</sub>	24	[-]
Nennmaß der Betondeckung innen:	c <sub>nom,i</sub>	40,0	mm
Nennmaß der Betondeckung außen:	c <sub>nom,e</sub>	40,0	mm
Teilsicherheiten manuell definieren:	Nein		

Verkehrslast: Straße SLW 30



## 2.2 Ergebnisse

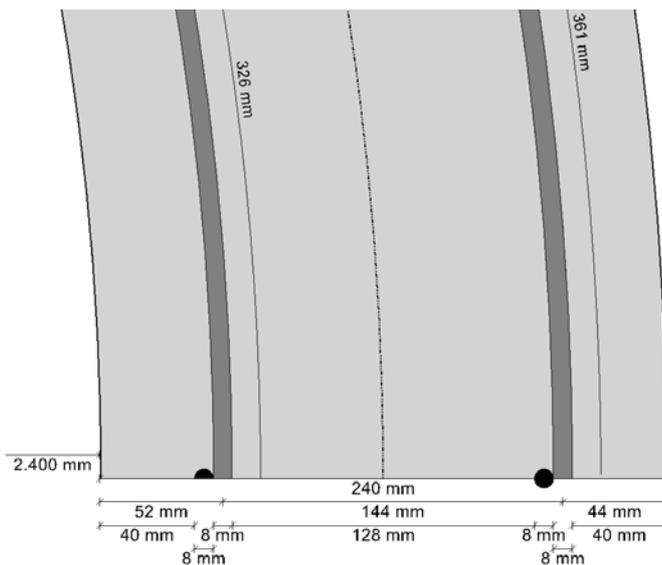
### 2.2.1 Zwischenergebnisse Rohr

Innendurchmesser:	$d_i$	2.400,0	mm
Außendurchmesser:	$d_a$	2.880,0	mm
Mittlerer Radius:	$r_m$	1.320,00	mm
Wanddicke:	$s$	240,00	mm
Verhältnis Radius zu Wanddicke:	$r_m/s$	5,500	[-]
Korrekturfaktor Krümmung innen:	$\alpha_{ki}$	1,061	[-]
Korrekturfaktor Krümmung außen:	$\alpha_{ka}$	0,939	[-]
Lokale Vorverformung:	$\delta_{v,l}$	0,00	%
Vorverformung (Ovalisierung vor Last):	$\delta_{v,A}$	0,00	%
Radiale Profilfläche:	$A_{rad}$	240,00	mm <sup>2</sup> /mm
Trägheitsabstand:	$e$	120,00	mm
Trägheitsmoment:	$I$	1.152.000	mm <sup>4</sup> /mm
Äußeres Widerstandsmoment:	$W_a$	9.600,00	mm <sup>3</sup> /mm
Inneres Widerstandsmoment:	$W_i$	9.600,00	mm <sup>3</sup> /mm
Flächenverhältnis:	$K_Q$	1,2	[-]

#### 2.2.1.1 Materialeigenschaften

Wichte des Rohrwerkstoffs:	$\gamma_R$	25,0	kN/m <sup>3</sup>
Querkontraktionszahl:	$\nu$	0,15	[-]
Charakteristische Zylinderdruckfestigkeit:	$f_{ck,cyl}$	50,0	N/mm <sup>2</sup>
Charakteristische Würfeldruckfestigkeit:	$f_{ck,cube}$	60,0	N/mm <sup>2</sup>
Druckfestigkeit:	$f_{cm}$	58,0	N/mm <sup>2</sup>
Mittlere Zugfestigkeit:	$f_{ctm}$	4,1	N/mm <sup>2</sup>
Mittlerer E-Modul (Sekantenmodul):	$E_{cm}$	37.278	N/mm <sup>2</sup>

#### 2.2.1.2 Stahlbetonrohr



Profilhöhe	$h$	Scheitel	Kämpfer	Sohle	
		240,00	240,00	240,00	mm
Hebelarm innere Ringbewehrung	$z_i$	68,0	68,0	68,0	mm

Hebelarm äußere Ringbewehrung	$Z_e$	76,0	76,0	76,0	mm
Statische Höhe innerer Bewehrungskorb	$d_{jk}$	188,0	188,0	188,0	mm
Statische Höhe äußerer Bewehrungskorb	$d_{eK}$	196,0	196,0	196,0	mm
Verhältnis E-Modul Stahl zu E-Modul Beton nach DIN V 1201:2004-08:	$n$			15,0	[-]
	$Z_{id}$	0,1	0,1	0,1	mm
Ideelle Querschnittsfläche	$A_{id}$	2.510,58	2.510,58	2.510,58	cm <sup>2</sup> /m
Ideeles Trägheitsmoment	$I_{id}$	1.208.9,5	1.208.9,5	1.208.9,5	mm <sup>4</sup> /mm
		21	21	21	
Ideeles Widerstandsmoment, außen	$W_{id,a}$	10.064,94	10.064,94	10.064,94	mm <sup>3</sup> /mm
Ideeles Widerstandsmoment, innen	$W_{id,i}$	10.083,77	10.083,77	10.083,77	mm <sup>3</sup> /mm
Nennmaß der Betondeckung innen	$c_{nom,i}$	40,0	40,0	40,0	mm
Nennmaß der Betondeckung außen	$c_{nom,e}$	40,0	40,0	40,0	mm

### 2.2.1.3 Mindestgrabenbreite nach DIN EN 1610:2015-12

Nennweite:	DN	2.400	mm
Außendurchmesser:	$d_a$	2.880,0	mm
Lagenstärke der Bettungsschicht:	$a$	0,34	m
Mindestbreite in Grabensohle (einschl. x) nach Tabelle 1:	$min_{b,T1}$	3,28	m
Mindestbreite in Grabensohle nach Tabelle 2:	$min_{b,T2}$	1,00	m
Lichte Mindestbreite in Grabensohle:	$min_{b,G}$	3,28	m
Böschungswinkel:	$\beta$	60	°
Zusätzliche Breite bei geneigten Grabenwänden:	$\Delta b/2$	1,66	m
Erforderliche Breite im Rohrscheitel:	$min_{b,R}$	6,60	m
Grabenbreite in Scheitelhöhe:	$b$	6,60	m

Die Mindestgrabenbreite in der Grabensohle nach DIN EN 1610 wird eingehalten.

## 2.2.2 Zwischenergebnisse

### 2.2.2.1 Silotheorie

Erdlastbeiwert $\kappa$ für Grabenlast (Silotheorie):	$\kappa$	1,000	[-]
Erdlastbeiwert $\kappa_0$ für Flächenlast (Silotheorie):	$\kappa_0$	1,000	[-]

$\kappa_0$  und  $\kappa$  wurden zu 1 gesetzt, da E1 größer E3 ist.

### 2.2.2.2 Belastung

Grundwasserstand über Scheitel:	$h_{W,Scheitel}$	0,00	m
Vertikale Bodenspannung aufgrund Erdlast:	$P_{Erd}$	40,00	kN/m <sup>2</sup>
Vertikale Bodenspannung aufgrund Erd- und Flächenlast:	$P_E$	40,00	kN/m <sup>2</sup>
Spannung aufgrund Verkehrslast:	$P_V$	17,11	kN/m <sup>2</sup>
Enthaltener Stoßfaktor:	$\phi$	1,40	[-]
Spannung für Ermüden inkl. Stoßbeiwert:	$\rho_T$	17,11	kN/m <sup>2</sup>

### 2.2.2.3 Boden-Verformungsmoduln EB

E-Modul Verfüllung unter Last:	$E_{1,\sigma}$	8,00	N/mm <sup>2</sup>
--------------------------------	----------------	------	-------------------

$$E_{3,\sigma} = \frac{40}{2} \cdot e^{-0,188(100 - D_{Pr})} \quad 3.01$$

E-Modul anstehender Boden:	$E_{3,\sigma}$	3,05	N/mm <sup>2</sup>
E-Modul Einbettung unter Last:	$E_{20,\sigma}$	8,00	N/mm <sup>2</sup>
Reduktionsfaktor für das Kriechen:	$f_1$	1,000	[-]
Abminderungsfaktor E20 (Grundwasser):	$f_2$	1,000	[-]
Abminderungsfaktor E20 (Diagramm 5):	$\alpha_{B0}$	0,667	[-]
Abminderungsfaktor E20 (enger Graben):	$\alpha_B$	0,810	[-]
E-Modul Einbettung (abgemindert):	$E_{2,\sigma}$	6,48	N/mm <sup>2</sup>
E-Modul Boden unter dem Rohr:	$E_{4,\sigma}$	80,00	N/mm <sup>2</sup>

#### 2.2.2.4 Bodensteifigkeiten

Hilfswert für horizontale Bettungssteifigkeit:	$\Delta_f$	0,603	[-]
Korrekturfaktor für die horizontale Bettungssteifigkeit:	$\zeta$	0,582	[-]
Bei geböschten Gräben ist hier anstelle der Grabenbreite in Scheitelhöhe die Grabenbreite in Kämpferhöhe einzusetzen.			
Horizontale Bettungssteifigkeit:	$S_{Bh}$	2,265	N/mm <sup>2</sup>
Vertikale Bettungssteifigkeit:	$S_{Bv}$	6,481	N/mm <sup>2</sup>

#### 2.2.2.5 Auflagerwinkel, wirksame Ausladung und Reibungswinkel

Auflagerwinkel:	$2\alpha$	120	°
Höhe Auflager von Auflagerwinkel bis UK Rohr:	$t_r$	0,720	m
Relative Ausladung:	$a$	1,00	[-]
Wirksame Ausladung:	$a'$	1,234	[-]
Innerer Reibungswinkel:	$\varphi'$	30,000	°
Wandreibungswinkel:	$\delta$	20,000	°

#### 2.2.2.6 Rohrwerkstoffkennwerte und Ringsteifigkeit

Elastizitätsmodul in Ringrichtung:	$E_R$	37.277,9	N/mm <sup>2</sup>
Radiale Biegezugfestigkeit:	$\sigma_{RBZ}$	6,0	N/mm <sup>2</sup>
Radiale Biegedruckfestigkeit:	$\sigma_{RBD}$	50,0	N/mm <sup>2</sup>
Rohrsteifigkeit:	$S_R$	18.672	kN/m <sup>2</sup>

#### 2.2.2.7 Steifigkeitsverhältnisse

Analog DWA-A 161:2014 werden folgende Materialien pauschal mit  $VRB > 1$  angesetzt: Stahlbeton, Beton, Polymerbeton, Gusseisen, Steinzeug

Systemsteifigkeit, gewichtet:	$V_{RB,w}$	1,0001	[-]
Steifigkeitsverhältnis:	$V_S$	30,6754	[-]
Resultierender Verformungsbeiwert:	$c'_v$	-0,0939	[-]

#### 2.2.2.8 Beiwerte

Erddruckbeiwert (Einbettung):	$K_2$	0,500	[-]
Beiwert für den Bettungsreaktionsdruck:	$K^*$	0,085	[-]
Resultierender Verformungsbeiwert:	$c'_h$	0,0908	[-]
Resultierender Verformungsbeiwert:	$c'_{h,qh^*}$	-0,0691	[-]

#### 2.2.2.9 Konzentrationsfaktoren $\lambda_R$ und $\lambda_B$

Maximaler Konzentrationsfaktor:	$\max \lambda$	1,197	[-]
---------------------------------	----------------	-------	-----

Für Rohre großer Steifigkeit ( $VRB > 1$ ) ist die Berechnung mit  $\lambda_R = \max \lambda$  nach Abschnitt 6.3.1 weiterzuführen.

Konzentrationsfaktor über Rohr, Startwert:	$\lambda_R$	1,197	[-]
Konzentrationsfaktor über Rohr, unter Grabeneinfluss:	$\lambda_{RG}$	1,085	[-]
Konzentrationsfaktor über Rohr, oberer Grenzwert:	$\lambda_{fo}$	3,700	[-]
Konzentrationsfaktor über Rohr, unterer Grenzwert:	$\lambda_{fu}$	0,824	[-]
Konzentrationsfaktor über Rohr, endgültiger Wert:	$\lambda_{RG}$	1,085	[-]
Konzentrationsfaktor Boden:	$\lambda_B$	0,934	[-]

#### 2.2.2.10 Druckverteilung am Rohrumfang

Vertikale Gesamtlast:	$q_v$	60,51	kN/m <sup>2</sup>
Seitendruck:	$q_h$	33,09	kN/m <sup>2</sup>
Bettungsreaktionsdruck (Wasserfüllung):	$q^*_{hw}$	0,00	kN/m <sup>2</sup>

### 2.2.3 Nicht lastabhängige Nachweise, Stahlbeton

#### 2.2.3.1 Mindestbetongüte infolge der gewählten Expositionsklasse

Mindestbetongüte, Außen:	C35/45
Mindestbetongüte, Innen:	C35/45

Betongüte: C50/60

Die Mindestbetongüte wird eingehalten.

### 2.2.3.2 Überprüfung der Mindestbewehrung (DIN EN 1916:2002 5.2.1)

Vorhandene Ringbewehrung innen:	vorh. $a_{sring,i}$	4,02	cm <sup>2</sup> /m
Mindest-Ringbewehrung innen DIN EN 1916:	min. $a_{s,i}$	3,00	cm <sup>2</sup> /m
Vorhandene Ringbewehrung außen:	vorh. $a_{sring,e}$	3,35	cm <sup>2</sup> /m
Mindest-Ringbewehrung außen DIN EN 1916:	min. $a_{s,e}$	3,00	cm <sup>2</sup> /m

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Vorhandene Bewehrung	vorh. $a_s$	4,02	3,35	4,02	cm <sup>2</sup> /m
Mindestbewehrung	min. $a_s$	3,00	3,00	3,00	cm <sup>2</sup> /m
Ausnutzung Bewehrung (Mindestbewehrung DIN)	U min. $a_s$	74,6	89,5	74,6	%

Die Mindestbewehrung nach DIN EN 1916:2002, 5.2.1 wird eingehalten bzw. übertroffen.

### 2.2.3.3 Überprüfung der äußeren Bewehrung (DIN V 1201:2004-08 5.2.6)

Vorhandene Ringbewehrung innen:	vorh. $a_{sring,i}$	4,02	cm <sup>2</sup> /m
Erforderliche Ringbewehrung außen (DIN V 1201 5.2.6):	$a_{s,e,60\%i}$	2,41	cm <sup>2</sup> /m
Vorhandene Ringbewehrung außen:	vorh. $a_{sring,e}$	3,35	cm <sup>2</sup> /m
Vorhandene Ringbewehrung außen, Anteil (DIN V 1201 5.2.6):	$a_{s,e/i\%}$	83,33	%

### 2.2.3.4 Abstand und Anzahl der Längsstäbe (DIN V 1201:2004-08 5.2.1)

Maximaler Soll-Abstand Längsbewehrung:	$e_{L,max}$	450	mm
Vorhandener Abstand Längsbewehrung:	$e_{L,vor,i}$	326	mm
Vorhandene Längsbewehrung innerer Korb:	vorh $a_{s,L,i}$	1,54	cm <sup>2</sup> /m
Vorhandener Abstand Längsbewehrung:	$e_{L,vor,e}$	363	mm
Vorhandene Längsbewehrung äußerer Korb:	vorh $a_{s,L,e}$	1,38	cm <sup>2</sup> /m

Der Abstand der Längsstäbe ist ausreichend klein.

### 2.2.3.5 Betondeckung (DIN V 1201:2004-08 5.2.2)

Es wird ein Vorhaltemaß von 10 mm angesetzt (Rohr nach DIN V 1201).  
Die erforderliche Betonüberdeckung wurde aufgrund 'besonderer Maßnahmen' um 5 mm reduziert.

Die erforderliche Betonüberdeckung wurde um 5 mm reduziert gemäß Arbeitsblatt 6 des ISB: Gewählte Festigkeitsklasse ist min. zwei Klassen größer als die Mindestbetonfestigkeitsklasse.

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Erf. Betondeckung außen	erf. $c_{nom,e}$	30,0	30,0	30,0	mm
Nennmaß der Betondeckung außen	$c_{nom,e}$	40,0	40,0	40,0	mm

Die Betondeckung (außen) ist ausreichend.

Die erforderliche Betonüberdeckung wurde um 5 mm reduziert gemäß Arbeitsblatt 6 des ISB: Gewählte Festigkeitsklasse ist min. zwei Klassen größer als die Mindestbetonfestigkeitsklasse.

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Erf. Betondeckung innen	erf. $c_{nom,i}$	30,0	30,0	30,0	mm
Nennmaß der Betondeckung innen	$c_{nom,i}$	40,0	40,0	40,0	mm

Die Betondeckung (innen) ist ausreichend.

## 2.2.4 Schnittkräfte , Langzeit

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Mittlerer Radius	$r_m$	1.320,00	1.320,00	1.320,00	mm
Moment aufgrund vertikaler Gesamtbelastung	$M_{qv}$	27,518	-27,940	28,994	kNm/m
Moment aufgrund Seitendruck	$M_{qh}$	-14,412	14,412	-14,412	kNm/m
Moment aufgrund horiz. Bettungsreaktionsdruck	$M^*_{qh}$	0,000	0,000	0,000	kNm/m

Moment aufgrund horiz. Bettungsreakt. (Wasserfüllung)	$M^*_{qw}$	0,000	0,000	0,000	kNm/m
Moment aufgrund Eigengewicht	$M_g$	3,983	-4,600	5,436	kNm/m
Moment aufgrund Wasserfüllung	$M_w$	4,370	-5,060	5,980	kNm/m
Moment aufgrund Wasserdruck/Innendruck	$M_{pw}$	0,000	0,000	0,000	kNm/m
Summe der Momente	$\Sigma M$	21,459	-23,188	25,998	kNm/m

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Mittlerer Radius	$r_m$	1.320,00	1.320,00	1.320,00	mm
Normalkraft aufgrund vertikaler Gesamtbelastung	$N_{qv}$	2,157	-79,873	-2,157	kN/m
Normalkraft aufgrund Seitendruck	$N_{qh}$	-43,672	0,000	-43,672	kN/m
Normalkraft aufgrund horiz. Bettungsreaktionsdruck	$N^*_{qh}$	0,000	0,000	0,000	kN/m
Normalkraft aufgrund horiz. Bettungsreakt. (Wasserfüllung)	$N^*_{qw}$	0,000	0,000	0,000	kN/m
Normalkraft aufgrund Eigengewicht	$N_g$	1,980	-12,442	-1,980	kN/m
Normalkraft aufgrund Wasserfüllung	$N_w$	10,890	3,746	23,958	kN/m
Normalkraft aufgrund Wasserdruck/Innendruck	$N_{pw}$	0,000	0,000	0,000	kN/m
Summe der Normalkräfte	$\Sigma N$	-28,646	-88,569	-23,851	kN/m

Enthaltener Stoßfaktor:	$\phi$	1,40	[-]
Spannung für Ermüden inkl. Stoßbeiwert:	$p_T$	17,11	kN/m <sup>2</sup>
Abminderungsfaktor $\alpha_V$ nach Tabelle 14 für Verkehrslasten:	$\alpha_V$	0,80	[-]
Abgeminderte vertikale Bodenspannung für Ermüdung:	dyn $p_V$	13,691	kN/m <sup>2</sup>

Beiwert $f$ für die Berechnung des seitlichen Erddrucks aus Verkehrslasten:	$f$	1,00	[-]
Vertikale Bodenspannung aus Verkehrslast in Kämpferhöhe (ohne Stoßbeiwert):	$p_K$	7,44	kN/m <sup>2</sup>
Vertikale Bodenspannung aus Verkehrslast in Kämpferhöhe (ohne Stoßbeiwert):	$p_K$	7,44	kN/m <sup>2</sup>
Erddruckbeiwert (Einbettung):	$K_2$	0,500	[-]
Ansatz horizontaler Belastungen aus Verkehr im Ermüdungsnachweis:	$\alpha_{qhT,dyn}$	50,00	%
Horizontal angesetzte Bodenspannung aus Verkehr:	$p_h$	1,861	kN/m <sup>2</sup>
Horizontale Bodenspannung aufgrund Verkehr:	dyn $q_{Vh}$	1,489	kN/m <sup>2</sup>

Es wird in Anlehnung an DWA-A 161, 2. Auflage, auch ein Teil der mit  $\alpha_V$  reduzierten, horizontalen Belastung aus Verkehr (ohne Stoßbeiwert) angesetzt.

Die stützende Wirkung des Bettungsreaktionsdruckes dyn  $p_{Vh}^*$  wird nicht angesetzt, da sich das Rohr-Boden-System biegesteif verhält.

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Moment aufgrund vertikaler Bodenspannung aufgrund dynamischer Last	$m_{qv}$ dyn $M_{qv}$	0,261 6,226	-0,265 -6,321	0,275 6,560	[-] kNm/m
Moment aufgrund horizontaler Bodenspannung aufgrund dynamischer Last	$m_{qh}$ dyn $M_{qh}$	-0,250 -0,649	0,250 0,649	-0,250 -0,649	[-] kNm/m
Summe der Momente aufgrund Verkehrslast	$M_{QK,dyn}$	5,577	-5,673	5,911	kNm/m

Normalkraft aufgrund vertikaler Bodenspannung aufgrund dynamischer Last	$n_{pv}$ dyn $N_{qv}$	0,027 0,488	-1,000 -18,072	-0,027 -0,488	[-] kN/m
Normalkraft aufgrund horizontaler Bodenspannung aufgrund dynamischer Last	$n_{qh}$ dyn $N_{qh}$	-1,000 -1,965	0,000 0,000	-1,000 -1,965	[-] kN/m

Summe der Normalkräfte aufgrund Verkehrslast	N <sub>QK,dyn</sub>	-1,478	-18,072	-2,453	kN/m
--	---------------------	--------	---------	--------	------

### 2.2.5 Bemessung Ringbewehrung

Teilsicherheitsbeiwert Tragwiderstand Beton:	YRC		1,50		[-]
Teilsicherheitsbeiwert Tragwiderstand Stahl:	YRS		1,15		[-]
Charakteristische Zylinderdruckfestigkeit:	f <sub>ck,cyl</sub>		50,0		N/mm <sup>2</sup>
Bemessungswert Beton:	f <sub>cd</sub>		28,33		N/mm <sup>2</sup>
Nennstreckgrenze:	f <sub>yk</sub>		500		N/mm <sup>2</sup>
Bemessungswert Betonstahl:	f <sub>yd</sub>		434,78		N/mm <sup>2</sup>
		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Summe der Momente	M <sub>E</sub>	21,459	-23,188	25,998	kNm/m
Summe der Momente inkl. Teilsicherheitsbeiwert	M <sub>E,d</sub>	28,970	-31,303	35,098	kNm/m
Summe Normalkraft	N <sub>E</sub>	-28,646	-88,569	-23,851	kN/m
Summe der Normalkräfte inkl. Teilsicherheitsbeiwert	N <sub>E,d</sub>	-38,672	-119,569	-32,199	kN/m
Bemessung:		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Hebelarm innere Ringbewehrung	z <sub>i</sub>	68,0	76,0	68,0	mm
Auslegungsmoment Plattenbemessung	M <sub>Ed,s</sub>	31,600	40,391	37,287	kNm/m
Statische Höhe	d	0,188	0,196	0,188	m
Normiertes Auslegungsmoment	μ <sub>Ed,s</sub>	0,0316	0,0371	0,0372	[-]
Erforderlicher mechanischer Bewehrungsgrad	ω	0,0322	0,0380	0,0381	[-]
Rechenwert der Stahlgrenzspannung	σ <sub>s,d</sub>	434,78	434,78	434,78	N/mm <sup>2</sup>
Vorhandene Bewehrung	vorh. a <sub>s</sub>	4,02	3,35	4,02	cm <sup>2</sup> /m
Erforderliche Bewehrung (Bemessung)	a <sub>s,calc</sub>	3,06	2,10	3,93	cm <sup>2</sup> /m
Ausnutzung Bewehrung (Bemessung)	U a <sub>s,calc</sub>	76,0	62,7	97,7	%

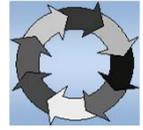
Die gewählte Bewehrung ist ausreichend.

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

		Scheitel	Kämpfer	Sohle	
Ideeles Widerstandsmoment, Zugseite	W <sub>id</sub>	10.083,77	10.064,94	10.083,77	mm <sup>3</sup> /mm
Biegespannungsanteil aus Biegemomenten	σ <sub>M,E</sub>	2,1281	2,3038	2,5782	N/mm <sup>2</sup>
Spannungsanteil aus Normalkräften	σ <sub>N,E</sub>	-0,1141	-0,3528	-0,0950	N/mm <sup>2</sup>
Maßgebliche Biegezugspannung	σ <sub>bz</sub>	2,0140	1,9510	2,4832	N/mm <sup>2</sup>
Spannungsverhältnis	σ <sub>N</sub> /σ <sub>M</sub>	-0,0536	-0,1531	-0,0368	[-]
Profilhöhe	h	240,00	240,00	240,00	mm
Beiwert nach DIN V 1201, Bild 9	f <sub>R</sub>	1,10	1,01	1,12	[-]
Rohrvergleichsspannung unter Risskraft im Zustand I	σ <sub>VR</sub>	2,22	1,96	2,77	N/mm <sup>2</sup>
Mittlere Zugfestigkeit:			f <sub>ctm</sub>	4,1	N/mm <sup>2</sup>
Maximale Rohrvergleichsspannung nach DIN V 1201:			max σ <sub>VR</sub>	6,00	N/mm <sup>2</sup>
Ausnutzung Rohrvergleichsspannung	U σ <sub>VR</sub>	37,0	32,7	46,2	%

Der Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist erbracht.

Alle Nachweise für die Bemessung des Stahlbetons wurden erbracht.



## 4. Nachweis der Auftriebssicherheit nach DIN EN 1997

### **Lastfall 1: Rohr liegt komplett im Grundwasser ohne Berücksichtigung der Erdüberdeckung**

#### **Rohrabbmessungen:**

$$\begin{array}{ll}
 D_i & = 2,400 \text{ m} & \gamma_{\text{Beton}} & = 25 \text{ kN/m}^3 \\
 D_a & = 2,880 \text{ m} & \gamma_w & = 10 \text{ kN/m}^3 \\
 s & = 0,240 \text{ m} & & 
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 \text{PW-Druck:} & A = (d_a^2 \times \pi/4) \times \gamma_w = & 65,14 \text{ kN/m} \\
 \text{(Auftriebskraft)} & & 
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll}
 \text{Rohreigengewicht:} & G_{\text{Rohr}} = (D_a^2 - D_i^2) \times \pi / 4 \times \gamma_{\text{Beton}} = & 49,76 \text{ kN/m}
 \end{array}$$

$G_{\text{Rohr}}$  ist hierbei das Gewicht des Rohres je Meter.

Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN EN 1997

$$\gamma_{G,\text{stb}} = 0,95$$

$$\gamma_{G,\text{dst}} = 1,05$$

$$\mu = (\gamma_{G,\text{dst}} \times \text{PW-Druck}) / (\gamma_{G,\text{stb}} \times G_{\text{Rohr}})$$

**Ausnutzungsgrad:  $\mu = 1,45$  nicht erfüllt !! 1,00**

**Der Nachweis der Auftriebssicherheit ist somit nicht erfüllt !!**

**Die Erdüberdeckung wurde nicht berücksichtigt !**



## Lastfall 2: Rohr liegt komplett im Grundwasser mit Berücksichtigung der minimalen Erdüberdeckung Grundwasser bis Geländeoberkante

### Rohrabmessungen:

$D_i$	=	2,400 m	$\gamma$ Beton =	<b>25</b>	kN/m <sup>3</sup>
$D_a$	=	2,880 m	$\gamma$ Boden =	<b>20</b>	kN/m <sup>3</sup>
$s$	=	0,240 m	$\gamma'$ Boden =	<b>10</b>	kN/m <sup>3</sup>

PW-Druck:  $A = (d_a^2 \times \pi / 4) \times \gamma_W =$  **65,14** kN/m  
(Auftriebskraft)

Rohreigengewicht:  $G_{\text{Rohr}} = (D_a^2 - D_i^2) \times \pi / 4 \times \gamma_{\text{Beton}} =$  **49,76** kN/m

Gewichtskraft der Überdeckung: min. Überdeckung = **1,20** m  
Grundwasserstand = **0,00** m unter GOK

unter Auftrieb:  $G_{\text{Boden}} = D_a \times h_g \times \gamma' =$  **34,56** kN/m

ohne Auftrieb:  $G_{\text{Boden}} = D_a \times h_g \times \gamma =$  **0,00** kN/m

$G_{\text{Rohr}}$  ist hierbei das Gewicht des Rohres je Meter.

$h_g$  ist die Überdeckungshöhe und  $\gamma$  das Raumgewicht des überlagernden Gebirges.

Dabei ist zwischen dem Anteil des Gebirges unter und über Wasser zu unterscheiden.

Teilsicherheitsbeiwerte nach DIN EN 1997

$\gamma_{G,\text{stb}}$  = **0,95**

$\gamma_{G,\text{dst}}$  = **1,05**

$$\mu = (\gamma_{G,\text{dst}} \times \text{PW-Druck}) / (\gamma_{G,\text{stb}} \times G_{\text{Rohr}})$$

**Ausnutzungsgrad:  $\mu = 0,85 \leq 1,00$**

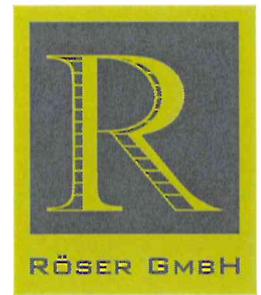
**Der Nachweis der Auftriebssicherheit ist somit erfüllt !!**

**Die minimale Erdüberdeckung wurde berücksichtigt !**

# BELASTUNGS- UND EINBAUBEDINGUNGEN – OFFENE BAUWEISE

## Stahlbetonrohre DIN EN 1916 und DIN V 1201

## Anlage 1



Röser GmbH 73457 Essingen Tel.: 0 73 65 / 92 26-0  
Röser II GmbH 88525 Dürmentingen-Burgau Tel.: 0 73 71 / 95 97-0  
Röser II GmbH 72505 Krauchenwies Tel.: 0 75 76 / 96 08-0  
Röser III GmbH 78256 Steißlingen Tel.: 0 77 38 / 9 38 71-0  
Röser IV GmbH 88471 Laupheim Tel.: 0 73 92 / 36 96

produktion@roeser-gmbh.de  
produktion@roeser2-gmbh.de  
produktion@roeser2-gmbh.de  
produktion@roeser3-gmbh.de  
produktion@roeser4-gmbh.de

**Bauvorhaben:** Grafenhausen Morgenweide  
**Planerkontakt:** Ing. Hans-Jörg Meier, 01727405551  
**Baufirma:** Staller  
**Ersteller:**

**Bauherr:** Gemeinde Grafenhausen  
**Bauleiter:** Martin Halcin  
**E-Mail + Tel.-Nr.:** m.halcin@firma-staller.de, 077481231

### Rohrdaten:

Nennweite	DN 2400	DN 2400	DN
Leistungslänge	45	45	m
Stahlbetonrohre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Robust Rohre	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Baulänge	2,5	2,5	m
Sonderprofil			
Sulfatgehalt	<input checked="" type="checkbox"/> bis 600 mg/l	<input type="checkbox"/> bis 3.000 mg/l	

### Überdeckungshöhe über dem Rohrscheitel:

min. h. in m.: (Lastfall 1)	1,2	1,2	
max. h. in m.: (Lastfall 2)	2,0	2,0	

### Angaben zur Belastung:

- Verkehrslast**
- LM 1
  - SLW 60
  - SLW 30
  - LKW 12
  - UIC 71 mehrgleisig
  - UIC 71 eingleisig
  - Flugzeuglast BFZ
  - Keine Verkehrslast
  - Sonstige Belastungen: \_\_\_\_\_

entsprechend beiliegendem Belastungsschema

Flächenlast  $P_o =$  \_\_\_\_\_ kN/m<sup>2</sup> auf OK Gelände

Innendruck  $P_i =$  \_\_\_\_\_ bar aus Rückstau

### Grundwasser:

nicht vorhanden     
vorhanden

max. Höhe über Scheitel  $max. h_w =$  \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ m

### Bodenart: Nach ATV V 127

	anstehender Boden (Grabenaushub)	Über-schüttung	Leistungszone
<b>G 1:</b> nichtbindiger Sand Kies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>G 2:</b> schwachbindiger Sand und Kies	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>G 3:</b> bindige Mischböden und Schluff	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>G 4:</b> bindige Böden (z. B. Ton)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
sonstiger Boden: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Verdichtungsgrad des anstehenden Bodens:  $D_{PR} = 97$  %

Verdichtungsgrad der sonstigen Böden:  $D_{PR} =$  \_\_\_\_\_ %

von ATV A 127, Tabelle 1, abweichende Bodenkennwerte

Wichte \_\_\_\_\_ kN/m<sup>2</sup>  
Reibungswinkel \_\_\_\_\_ °  
Verformungsmodul \_\_\_\_\_ N/mm<sup>2</sup>  
im maßgebenden Spannungsbereich 0 bis \_\_\_\_\_ N/mm<sup>2</sup>

### Baugrund: (unter dem Rohr)

- wie anstehender Boden
- sehr hart, steinig oder felsig
- nicht tragfähiger Boden: \_\_\_\_\_

Gründung der Rohrleitung auf: \_\_\_\_\_

Tiefe dieser Gründung unter der Rohrsohle: \_\_\_\_\_ m

**Austausch Boden unter Rohr** maximal \_\_\_\_\_ m

### Angaben zum Auflager:

- Art**
- auf anstehendem Boden (Bettung Typ 2 oder 3)
  - Sand- oder Kies-Sand-Auflager (Bettung Typ 1)
  - Bettung auf Beton (Betonauflager)
  -

### Auflagerwinkel

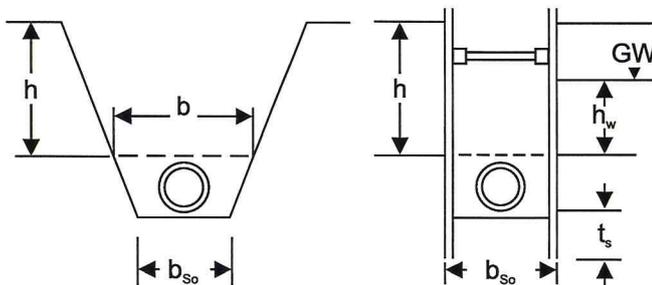
- 60° (nur für Sonderfälle)
- 90°
- 120°
-

**Gabenform:**

- Art  weiter Graben, Auffüllung oder Dammschüttung  
 Einzelgraben\* } Längs- und Querschnitt beifügen  
 Mehrfachgraben\* }  
 Stufengraben\*

\*lastmindernde Wirkung nur ansetzbar, wenn beide Grabenwände auf Dauer erhalten bleiben

- ja  
 nein

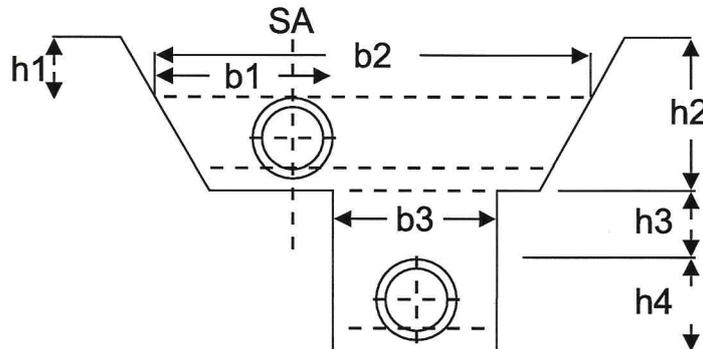


**Angaben zur Bauausführung:**

**Grabenbreite** (einschließlich Verbaudicke) in Höhe Rohr-

Scheitel g    m  
 Sohle g<sub>so</sub>    m

- Böschungswinkel**  45°  90°  
 60°



**Verbau:**

- Art  kein Verbau  
 Verbautafeln  
 waagrechter (auch Berliner-) Verbau  
 senk. Kanaldielen  
 senkr. Leichtspundprofile\*  
 senkr. Holzbohlen (nur in Überschüttung)  
 senkr. Spundprofile\*

\*Einspanntiefe im Boden unter Grabensohle t<sub>s</sub> = \_\_\_\_\_ m

**Besondere Angaben für Stufengraben:**

h<sub>1</sub> = \_\_\_\_\_ m      b<sub>1</sub> = \_\_\_\_\_ m  
 h<sub>2</sub> = \_\_\_\_\_ m      b<sub>2</sub> = \_\_\_\_\_ m  
 h<sub>3</sub> = \_\_\_\_\_ m      b<sub>3</sub> = \_\_\_\_\_ m  
 h<sub>4</sub> = \_\_\_\_\_ m

**Bemerkungen:**

**Rückbau:**

- des Verbaus**  schrittweise beim Verfüllen  
 nach dem Verfüllen in einem Zuge  
 schrittweise nur in der Leitungszone mit wirksamer Nachverdichtung

**Bodenverdichtung:**

- |   |                                     |                                     |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
|   | Ein-<br>bettung                     | Über-<br>schüttung                  |
| lagenweise verdichtet, ohne Nachweis des Verdichtungsgrades                                       | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |
| lagenweise verdichtet, mit Nachweis des Verdichtungsgrades nach ZTVE-StB (D <sub>pr</sub> = 97 %) | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
| unverdichtet  | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/>            |

**Rohrstatik:**

- Vorbemessung  
 ungeprüfte Berechnung  
 geprüfte Berechnung

Datum: 30.07.2021

Stempel:  
(Anschrift)

**staller**

Grafenhauser Straße 15 | 79865 Grafenhausen  
 Tel.: +49 (0) 7748-1231 | Fax: +49 (0) 7748-817  
 www.firma-staller.de | info@firma-staller.de

Unterschrift:

**Anlagen:**

- LV-Leistungsbeschreibung (Auszug)     Längenschnitt     Bodengutachten     Verkehrslast-Schema  
 Lageplan     Querschnitte     ZTV – Zusätzliche Techn. Vorschriften     Skizzen für \_\_\_\_\_

## Anhang B Zusätzliche Informationen zu 5.3.3.1 hinsichtlich der Eigenschaften von körnigen, ungebundenen Baustoffen (informativ)

Siehe DIN EN 1610

### Baustoffe für die Leitungszone

In den nachfolgenden Diagrammen 1 bis 9 sind Korngrößenverteilungen entsprechend den deutschen Anforderungen an körnige, ungebundene Baustoffe gemäß Anhang B der DIN EN 1610 (Tabellen B2, B4 und B7) dargestellt. Die Festlegung der Körnungen berücksichtigt die Siebgrößen gemäß TL Gestein-StB 04.

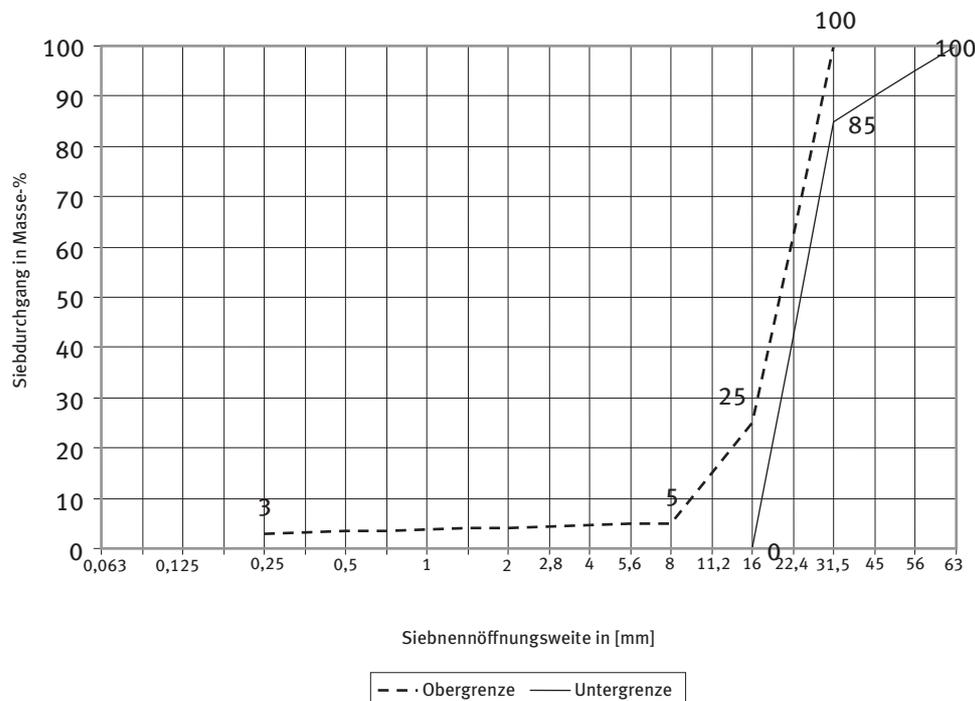


Diagramm 1: Abstufung von Ein-Korn-Kies-Nenngrößen 32 nach DIN EN 1610: Tabelle B.2

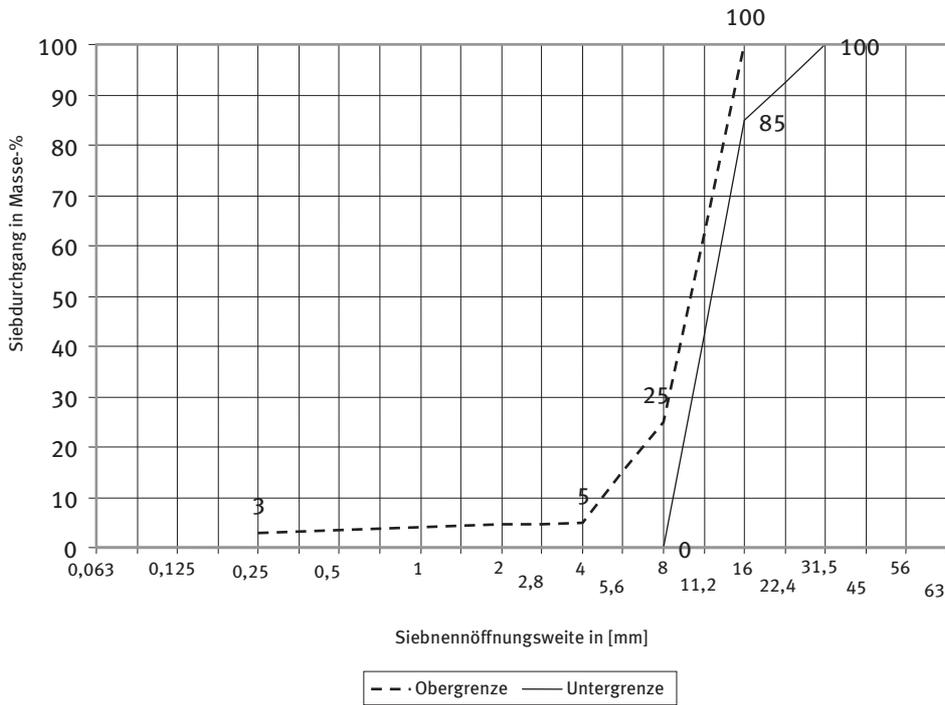


Diagramm 2: Abstufung von Ein-Korn-Kies-Nenngrößen 16 nach DIN EN 1610: Tabelle B.2

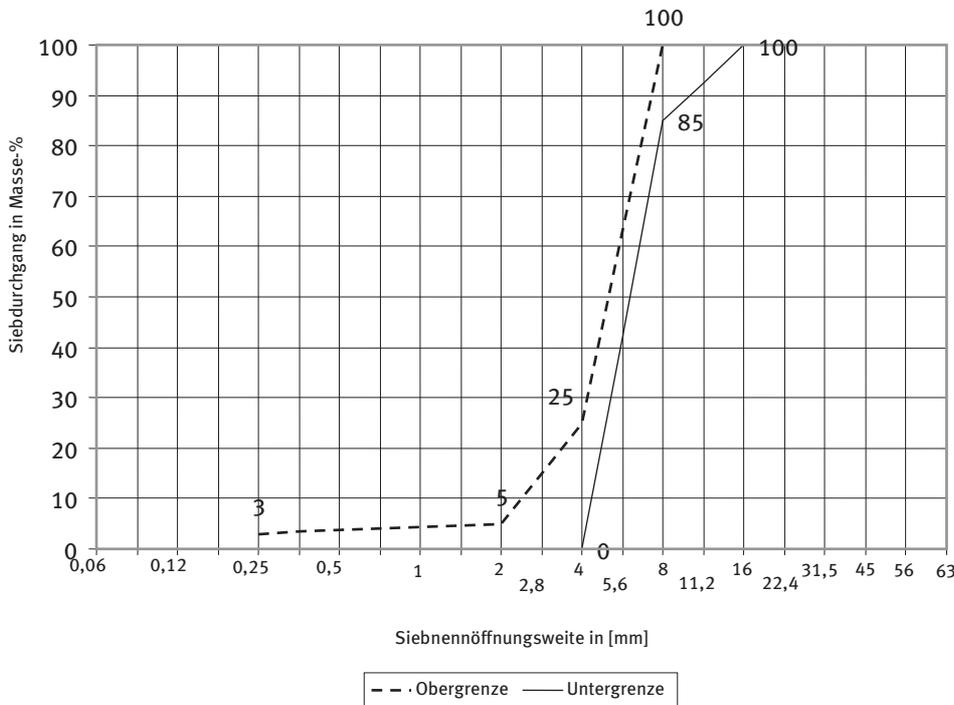


Diagramm 3: Abstufung von Ein-Korn-Kies-Nenngrößen 8 nach DIN EN 1610: Tabelle B.2

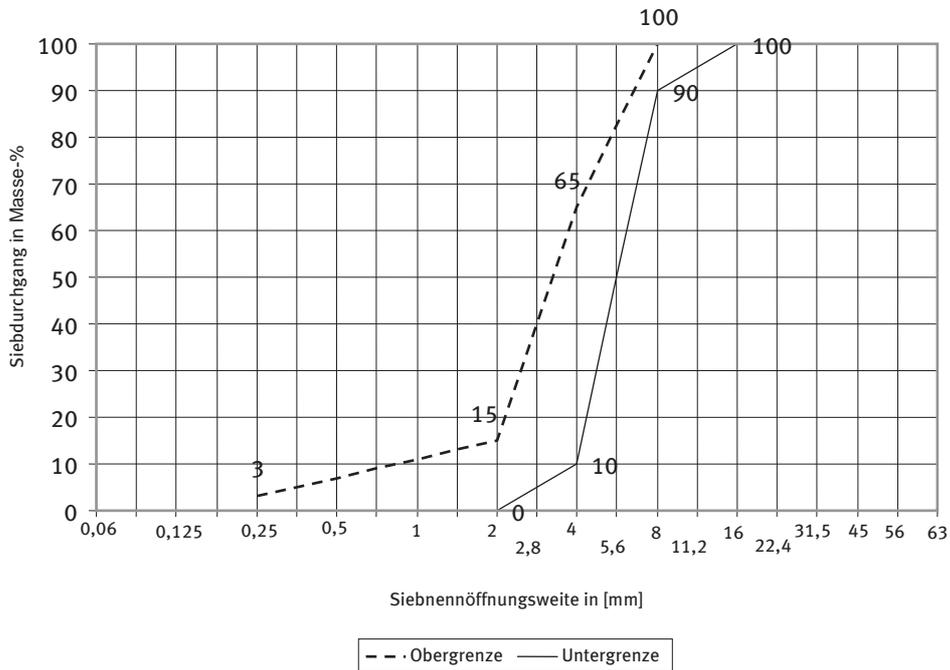


Diagramm 4: Abstufung von Material mit abgestufter Körnung 2/8 nach DIN EN 1610: Tabelle B.4

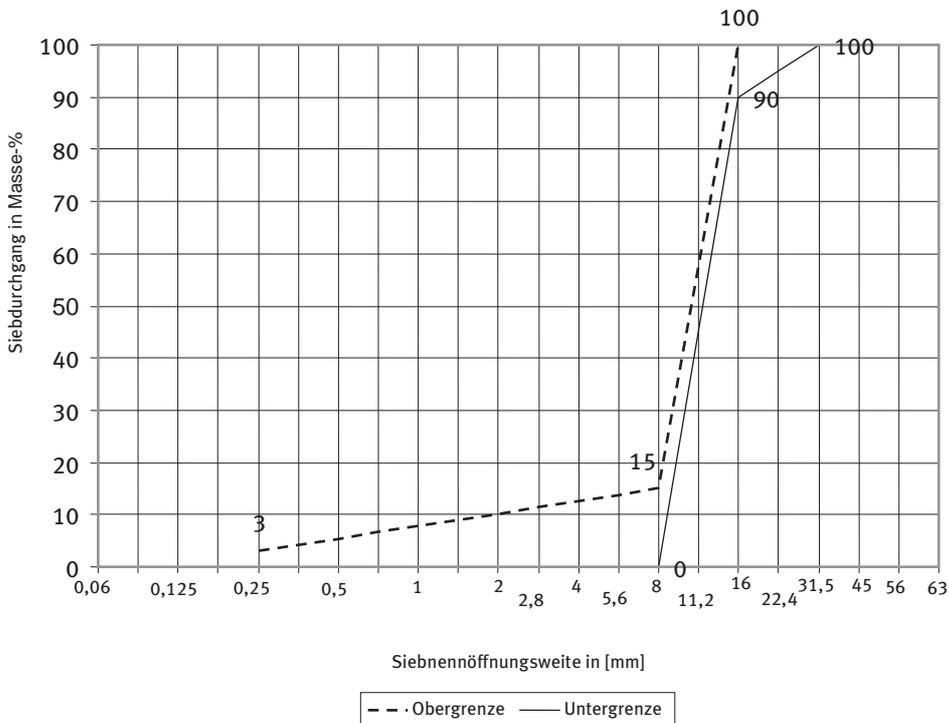


Diagramm 5: Abstufung von Material mit abgestufter Körnung 8/16 nach DIN EN 1610: Tabelle B.4

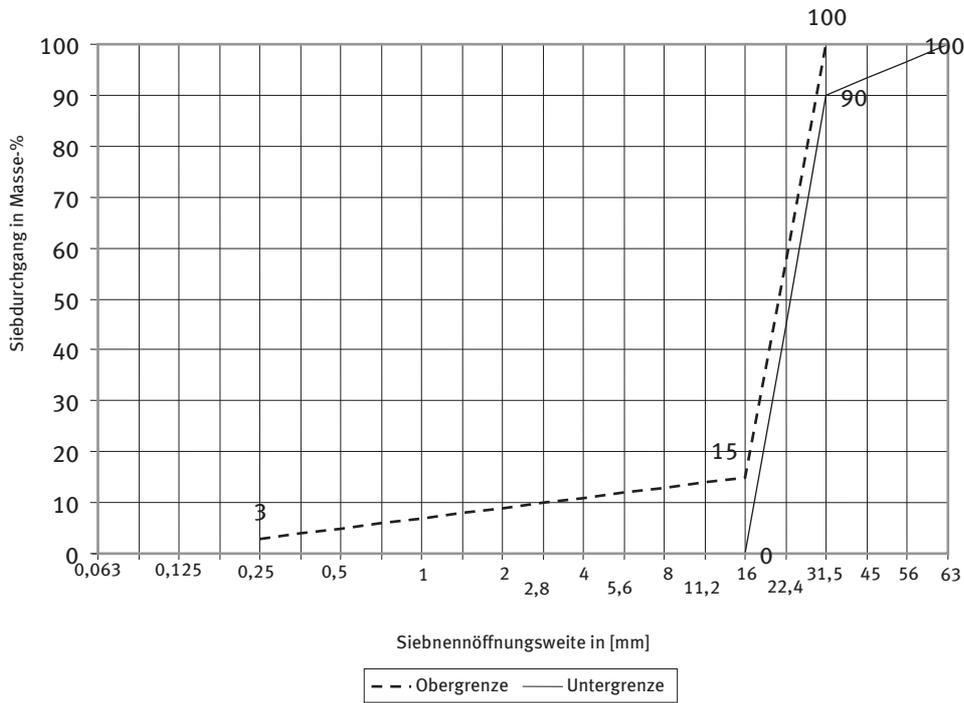


Diagramm 6: Abstufung von Material mit abgestufter Körnung 16/32 nach DIN EN 1610: Tabelle B.4

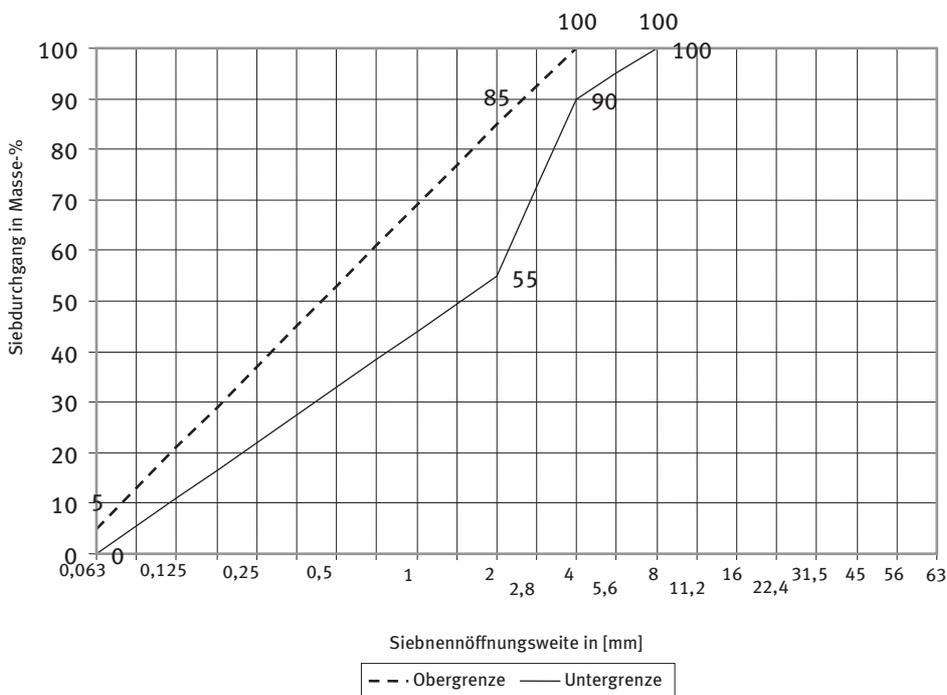


Diagramm 7: Abstufung von Sand 0/4 nach DIN EN 1610: Tabelle B.7

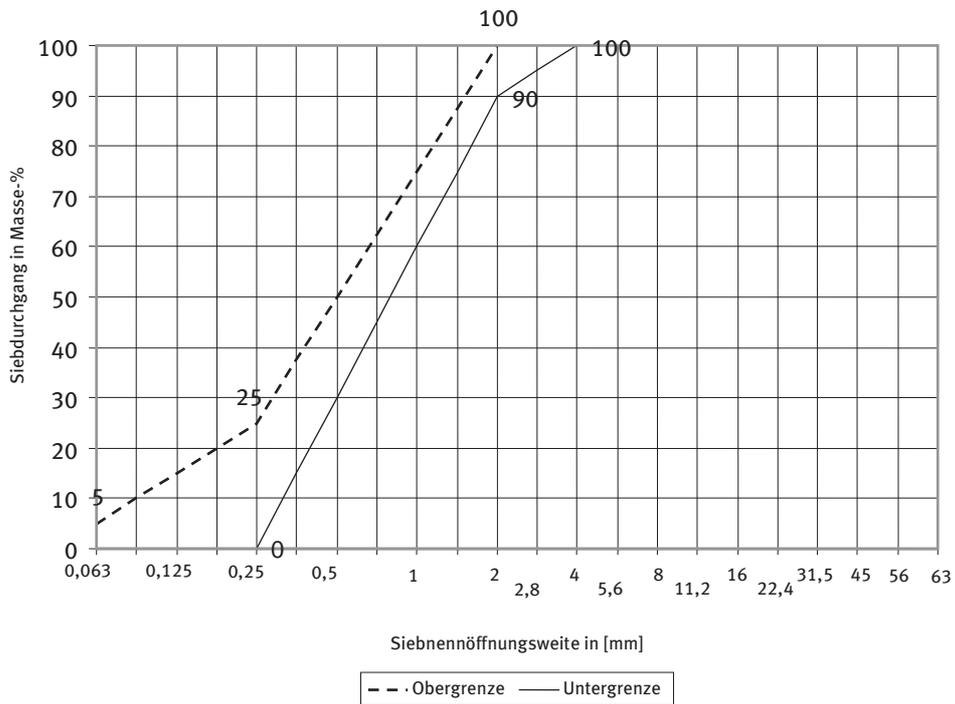


Diagramm 8: Abstufung von Sand 0/2 nach DIN EN 1610: Tabelle B.7

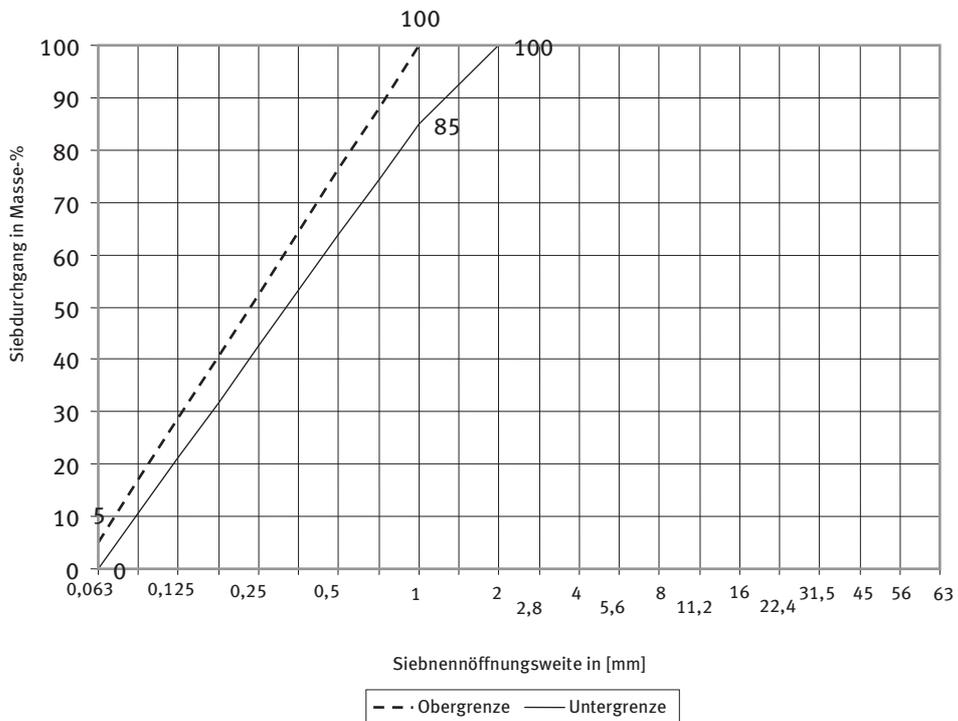


Diagramm 9: Abstufung von Sand 0/1 nach DIN EN 1610: Tabelle B.7