

## Statische Berechnung

Bauvorhaben: Regelstatiken MKG 26 - DN 300, GW 2,00 m

Beschreibung: GL16  
lt. DIBT – Zulassung Z - 42.3 - 365  
Langzeit - E – Modul: 13.000 N/mm<sup>2</sup>  
Langzeit – Biegefestigkeit: 170 N/mm

Auftraggeber: Impreg

Bearbeiter: Strache

Datum: 20.01.2018

## 1 Statik nach DWA-A 143-2: Regelstatiken MKG 26 - DN 300, GW 2,00 m

Titel der Teilstatik: Regelstatiken MKG 26 - DN 300, GW 2,00 m

Annahmen: GL16  
lt. DIBT – Zulassung Z - 42.3 - 365  
Langzeit - E – Modul: 13.000 N/mm<sup>2</sup>  
Langzeit – Biegefestigkeit: 170 N/mm

Altrohrzustand: ARZ II  
Nachweis Auftrieb: Nein  
Berechnungsoptionen nach Regelwerk: Ja

### 1.1 Eingaben

#### 1.1.1 Geometrie

Geometrie:	Kreisprofil		
Wanddicke Liner:	$t_L$	1,70	mm
Innendurchmesser Altrohr:	$d_{AR,i}$	300,00	mm
Gelenkringverformung:	$w_{GRv}/r_L$	3,00	%
Tiefe Vorverformung Sohlbereich:	$w_v/r_L$	2,00	%
Öffnungswinkel lokale Vorverformung:	$2\Phi$	40,00	°
Achse Ausbreitungswinkel:	$\Phi_A$	180,00	°
Konstanter Ringspalt:	$w_s/r_L$	0,500	%
Ringspalt absolut eingeben:	Nein		

#### 1.1.2 Materialien

Definition Material:	Manuelle Definition		
Langzeitige Werte verwenden:	Ja		
Nachweis Schubspannung führen:	Nein		
Materialbezeichnung:	UP-GF		
Eigengewicht Liner:	$\gamma_L$	17,50	kN/m <sup>3</sup>
Querkontraktionszahl:	$\mu$	0,35	[-]
Werkstoff ist orthogonal anisotrop:	Nein		
Elastizitätsmodul Langzeit, charakteristisch:	$E_L$	13.000,00	N/mm <sup>2</sup>
Elastizitätsmodul Kurzzeit, charakteristisch:	$E_K$	15.600,00	N/mm <sup>2</sup>
Biegezugfestigkeit Langzeit, charakteristisch:	$\sigma_{bZ,L}$	170,00	N/mm <sup>2</sup>
Biegezugfestigkeit Kurzzeit, charakteristisch:	$\sigma_{bZ,K}$	245,00	N/mm <sup>2</sup>
Druckfestigkeit Langzeit, charakteristisch:	$\sigma_{D,L}$	170,00	N/mm <sup>2</sup>
Druckfestigkeit Kurzzeit, charakteristisch:	$\sigma_{D,K}$	245,00	N/mm <sup>2</sup>
Wärmedehnzahl:	$\alpha_T$	0,00003	1/K
Teilsicherheitsbeiwert Material:	$\gamma_M$	1,35	[-]

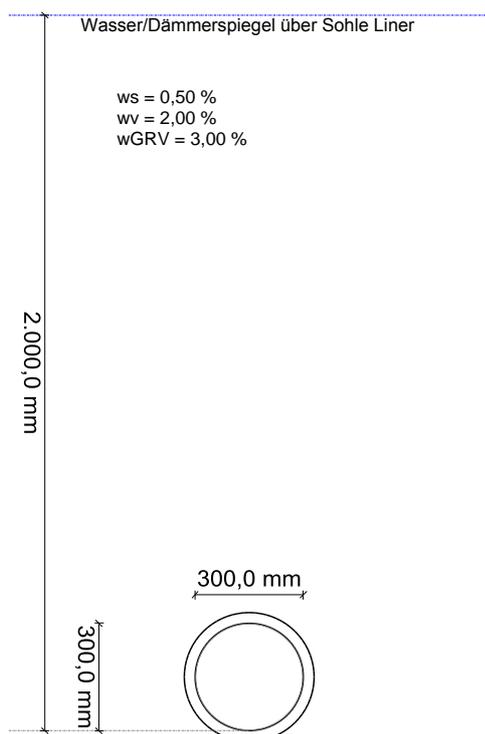
#### 1.1.3 Lasten

Wasserspiegel über Sohle Liner:	$h_w$	2,00	m
Gewicht Wasser:	$\gamma_w$	10,00	kN/m <sup>3</sup>

Innendruck:	$p_i$	0,00	bar
Druckstoß, kurzzeitig:	$p_{i,ds}$	0,00	bar
Temperaturänderung:	$\Delta T$	0,00	K
Verkehrslast:	Straße LM1 (3m Fahrbahnstreifen, DIN EN 1991-2)		
Abminderungsfaktor dynamische Last manuell eingeben:	Nein		
Teilsicherheitsbeiwert Eigengewicht:	$\gamma_{GE}$	1,35	[-]
Teilsicherheitsbeiwert Wasserdruck:	$\gamma_W$	1,50	[-]
Teilsicherheitsbeiwert Innendruck:	$\gamma_{pi}$	1,50	[-]
Teilsicherheitsbeiwert Temperatur:	$\gamma_T$	1,10	[-]

## 1.2 Ergebnisse

### 1.2.1 Lastfall ARZ II - hW 2,00 m, Langzeit



Lokale Vorverformung:	$\omega_v$	2,00	%
Lokale Vorverformung absolut:	$w_v$	2,98	mm
Gelenkringverformung:	$\omega_{GR,v}$	3,00	%
Gelenkringverformung absolut, einseitig:	$w_{GR,v}$	4,47	mm
Ringspalt:	$\omega_s$	0,50	%
Spaltweite absolut (als konst. Ringspalt):	$w_s$	0,75	mm

#### 1.2.1.1 Materialkennwerte

Liner

Teilsicherheitsbeiwert Material:	$\gamma_M$	1,35	[-]
Querkontraktionszahl:	$\mu$	0,35	[-]
E-Modul, Langzeit:	$E_L$	13.000,00	N/mm <sup>2</sup>
E-Modul, Langzeit, Design:	$E_{L,d}$	9.629,63	N/mm <sup>2</sup>
Verwendeter E-Modul:	$E$	10.973,94	N/mm <sup>2</sup>
Zul. Druckfestigkeit, Langzeit:	$\sigma_{D,L}$	170,00	N/mm <sup>2</sup>
Zul. Druckfestigkeit, Langzeit, Design:	$\sigma_{D,L,d}$	-125,93	N/mm <sup>2</sup>
Zul. Biegezugfestigkeit, Langzeit:	$\sigma_{bZ,L}$	170,00	N/mm <sup>2</sup>
Zul. Biegezugfestigkeit, Langzeit, Design:	$\sigma_{bZ,L,d}$	125,93	N/mm <sup>2</sup>
Zul. Zugfestigkeit, Langzeit:	$\sigma_{Z,L}$	0,00	N/mm <sup>2</sup>
Zul. Zugfestigkeit, Langzeit, Design:	$\sigma_{Z,L,d}$	0,00	N/mm <sup>2</sup>

#### 1.2.1.2 Verformungsnachweis (Gebrauchslast)

Relevanter Durchmesser für prozentuale Verformung:	$d_v$	300,00	mm
Spaltweite absolut (als konst. Ringspalt):	$w_s$	0,75	mm
Lokale Vorverformung absolut:	$w_v$	2,98	mm
Gelenkringverformung absolut, einseitig:	$w_{GR,v}$	4,47	mm
Elastische Verformung absolut:	$w_{el}$	5,5	mm
Relative elastische Verformung:	$\bar{\delta}_{v,el}$	1,83	%
Zulässige Verformung elastisch:	zul $\bar{\delta}_{v,el}$	3,00	%

Die errechnete elastische Verformung ist kleiner als die zulässige Verformung.

Gesamte Durchmesseränderung:	$w$	17,42	mm
Relative Gesamtverformung:	$\bar{\delta}_v$	5,81	%
Anhaltswert Gesamtverformung:	$\bar{\delta}_{v,A}$	10,00	%

#### 1.2.1.3 Vereinfachter Stabilitätsnachweis (äußerer Wasserdruck / Innendruck)

Äußerer Wasserdruck, Design:	$p_{a,d}$	30,00	kN/m <sup>2</sup>
Kritischer äußerer Wasserdruck:	krit $p_a$	31,71	kN/m <sup>2</sup>
Ausnutzungsgrad vereinfachte Stabilität:	$U_{pa}$	94,6	%

Die Sicherheit gegen Durchschlagen ist ausreichend.

#### 1.2.1.4 Stabilitätsnachweis (Designwerte)

Der maßgebende Nachweis der Stabilität erfolgt über die im Abschnitt 7.6.4.2 (DWA-A 143-2) zugelassene (genauere) Variante einer Berechnung nach Theorie II. Ordnung unter Berücksichtigung der Vorverformungen und der Spaltbildung. Hierbei wird numerisch überprüft, ob ein elastisches Stabilitätsversagen (Beulen) unter  $\gamma$ -facher Last eintritt. Darüber hinaus wird geprüft, ob die bei dieser Berechnung ermittelten Spannungen die vorgegeben maximalen Grenzspannungen für Zug und Druck mit einfacher Sicherheit nicht überschreiten.

Nachweis entfällt.

#### Spannungsnachweis Liner, ARZ II - hW 2,00 m

Fläche (Wanddicke):	$A$	1,70	mm <sup>2</sup> /mm
---------------------	-----	------	---------------------

#### Außen

Spannung in Element	Max $\sigma_d$	Druck -89,95	Zug 42,85	N/mm <sup>2</sup>
Zul. Spannung, Langzeit, Design:	$\sigma_{L,d}$	-125,93	125,93	N/mm <sup>2</sup>
Ausnutzung Spannungen	$U_\sigma$	71,4	34,0	%

Der Spannungsnachweis Außen ist erfüllt.

#### Innen

Spannung in Element	Max $\sigma_d$	Druck -50,47	Zug 83,10	N/mm <sup>2</sup>
Zul. Spannung, Langzeit, Design:	$\sigma_{L,d}$	-125,93	125,93	N/mm <sup>2</sup>

---

Ausnutzung Spannungen	$U_{\sigma}$	40,1	66,0	%
-----------------------	--------------	------	------	---

Der Spannungsnachweis Innen ist erfüllt.

Die Spannungen liegen im zulässigen Bereich.

Alle notwendigen Nachweise sind erbracht.