

## 1 Statik nach DWA-A 143-2: Regelstatiken MKG 26 - Ei 400/600, GW 3,00 m

Titel der Teilstatik: Regelstatiken MKG 26 - Ei 400/600, GW 3,00 m

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

### 1.1 Eingaben

#### 1.1.1 Geometrie

Geometrie: Eiquerschnitt nach DIN  
 Nennweite DN: 400/600  
 Ei horizontal spiegeln: Nein  
 Wanddicke Liner:  $t_L$  5,30 mm  
 Gelenkringverformung:  $w_{GRV/rL}$  3,00 %  
 Art des Altrohres: Normales Eiprofil mit B:H = 2:3  
 Tiefe Vorverformung lange Seite:  $w_v/r_L$  0,50 %  
 Öffnungswinkel lokale Vorverformung:  $2\Phi$  30,00 °  
 Art des Ringspalt: Konstantes Schrumpfmaß  
 Ringspalt (konst. Schrumpfmaß):  $w_s/U$  0,400 %

#### 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 [-]

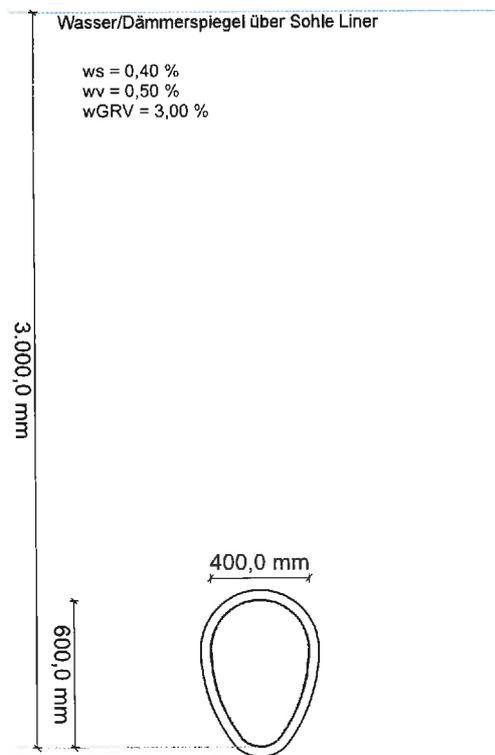
#### 1.1.3 Lasten

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

Temperaturänderung:	$\Delta T$	0,00	K
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 3,00 m, Langzeit



Die Gelenkringverformung wird analog A 143-2 als eine Erhöhung ( $w_{GRV}/10$ ) der eingegebenen örtlichen Verformung angesetzt.

Vorgegebene Werte:

Lokale Vorverformung:	$\omega_v$	0,50	%
Gelenkringverformung:	$\omega_{GR,v}$	3,00	%
$\omega_v = \omega_v + \omega_{GR,v}/10 = 0,50 \% + (3,00 \% / 10)$			(A 143-2 Tabelle 8)
Lokale Vorverformung:	$\omega_v$	0,80	%
Lokale Vorverformung absolut:	$w_v$	4,78	mm

Eine Berücksichtigung der Gelenkringverformung in der Geometrie liegt auf der unsicheren Seite, da durch die Aufweitung im Kämpfer das Verhältnis Höhe/Breite günstiger gegen Außendruck wird. Damit würden für den

**Altrohrrzustand II günstigere Ergebnisse berechnet werden, als im Altrohrrzustand I.**

Gelenkringverformung:	$w_{GR,v}$	0,00	%
Gelenkringverformung absolut, einseitig:	$w_{GR,v}$	0,00	mm
Ringspalt:	$w_s$	0,40	%
Spaltweite absolut (als konst. Ringspalt):	$w_s$	1,00	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:	$d_v$	500,00	mm
Spaltweite absolut (als konst. Ringspalt):	$w_s$	1,00	mm
Lokale Vorverformung absolut:	$w_v$	4,78	mm
Gelenkringverformung absolut, einseitig:	$w_{GR,v}$	0,00	mm
Elastische Verformung absolut:	$w_{el}$	13,8	mm
Relative elastische Verformung:	$\delta_{v,el}$	2,77	%
Zulässige Verformung elastisch:	zul $\delta_{v,el}$	3,00	%

Die errechnete elastische Verformung ist kleiner als die zulässige Verformung.

Gesamte Durchmesseränderung:	$w$	18,62	mm
Relative Gesamtverformung:	$\delta_v$	3,72	%
Anhaltswert Gesamtverformung:	$\delta_{v,A}$	10,00	%

**1.2.1.3 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 3,00 m**

Fläche (Wanddicke):	A	5,30	mm <sup>2</sup> /mm
---------------------	---	------	---------------------

**Außen**

Spannung in Element	Max $\sigma_d$	Druck -81,11	Zug 53,79	N/mm <sup>2</sup>
Zul. Spannung, Langzeit, Design:	$\sigma_{L,d}$	-125,93	125,93	N/mm <sup>2</sup>
Ausnutzung Spannungen	$U_\sigma$	64,4	42,7	%

Der Spannungsnachweis Außen ist erfüllt.

**Innen**

Druck                      Zug

---

Spannung in Element	Max $\sigma_d$	-66,47	70,11	N/mm <sup>2</sup>
Zul. Spannung, Langzeit, Design:	$\sigma_{L,d}$	-125,93	125,93	N/mm <sup>2</sup>
Ausnutzung Spannungen	$U_\sigma$	52,8	55,7	%

Der Spannungsnachweis Innen ist erfüllt.

Die Spannungen liegen im zulässigen Bereich.

Alle notwendigen Nachweise sind erbracht.