

# 1 Statik nach DWA-A 143-2: Regelstatiken MKG 26 - Ei 700/1050, GW 4,50 m

Titel der Teilstatik: Regelstatiken MKG 26 - Ei 700/1050, GW 4,50 m

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

## 1.1 Eingaben

### 1.1.1 Geometrie

Geometrie: Eiquerschnitt nach DIN  
 Nennweite DN: 700/1050  
 Ei horizontal spiegeln: Nein  
 Wanddicke Liner:  $t_L$  10,40 mm  
 Gelenkringverformung: WGRv/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 Ringspaltes: 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 [-]

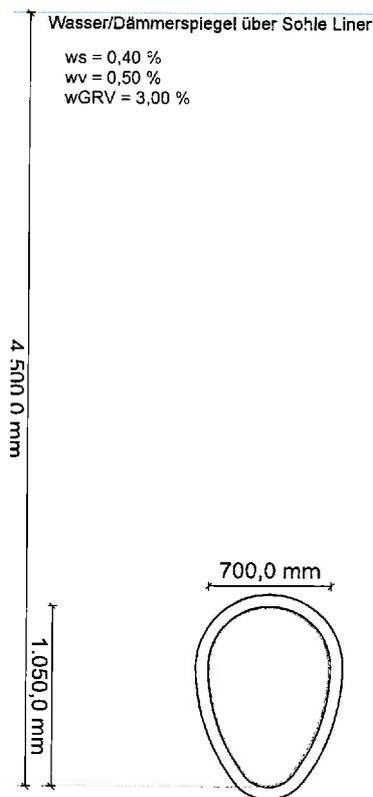
### 1.1.3 Lasten

Wasserspiegel über Sohle Liner:  $h_w$  4,50 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:                      | YGE        | 1,35 | [-] |
| Teilsicherheitsbeiwert Wasserdruck:                       | YW         | 1,50 | [-] |
| Teilsicherheitsbeiwert Innendruck: Teilsicherheitsbeiwert | Ypi        | 1,50 | [-] |
| Temperatur:   | YT         | 1,10 | [-] |

## 1.2 Ergebnisse

### 1.2.1 Lastfall ARZ II - hW 4,50 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 | %                   |
| $\omega_v = \omega_v + \omega_v/10 = 0,50 \% + (3,00 \% / 10)$ |                 |      | (A 143-2 Tabelle 8) |
| Lokale Vorverformung:  | $\omega_v$      | 0,80 | %                   |
| Lokale Vorverformung absolut:                                  | $w_v$           | 8,36 | 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

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

|  |                 |      |    |
|--|-----------------|------|----|
| Gelenkringverformung:                      | $\omega_{GR,v}$ | 0,00 | %  |
| Gelenkringverformung absolut, einseitig:   | $W_{GR,v}$      | 0,00 | mm |
| Ringspalt:                                 | $\omega_s$      | 0,40 | %  |
| Spaltweite absolut (als konst. Ringspalt): | $W_s$           | 1,74 | 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: | $d_v$               | 875,00 | mm |
| Spaltweite absolut (als konst. Ringspalt):         | $W_s$               | 1,74   | mm |
| Lokale Vorverformung absolut:                      | $w_v$               | 8,36   | mm |
| Gelenkringverformung absolut, einseitig:           | $W_{GR,v}$          | 0,00   | mm |
| Elastische Verformung absolut:                     | $w_{el}$            | 25,0   | mm |
| Relative elastische Verformung:                    | $\delta_{v,el}$     | 2,85   | %  |
| Zulässige Verformung elastisch:                    | $zul \delta_{v,el}$ | 3,00   | %  |

Die errechnete elastische Verformung ist kleiner als die zulässige Verformung

|                               |                |       |    |
|-------------------------------|----------------|-------|----|
| Gesamte Durchmesseränderung:  | $w$            | 33,34 | mm |
| Relative Gesamtverformung:    | $\delta_v$     | 3,81  | %  |
| 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 4,50 m

|                     |   |       |                     |
|---------------------|---|-------|---------------------|
| Fläche (Wanddicke): | A | 10,40 | mm <sup>2</sup> /mm |
|---------------------|---|-------|---------------------|

**Außen**

|                                  |                |                  |              |                   |
|----------------------------------|----------------|------------------|--------------|-------------------|
| Spannung in Element              | Max $\sigma_d$ | Druck<br>-121,44 | Zug<br>75,20 | N/mm <sup>2</sup> |
| Zul. Spannung, Langzeit, Design: | $\sigma_{L,d}$ | -125,93          | 125,93       | N/mm <sup>2</sup> |
| Ausnutzung Spannungen            | $U_\sigma$     | 96,4             | 59,7         | %                 |

Der Spannungsnachweis Außen ist erfüllt.

**Innen**

Druck Zug

---

|                                  |                |         |        |                   |
|----------------------------------|----------------|---------|--------|-------------------|
| Spannung in Element              | Max $\sigma_d$ | -93,62  | 104,20 | N/mm <sup>2</sup> |
| Zul. Spannung, Langzeit, Design: | $\sigma_{L,d}$ | -125,93 | 125,93 | N/mm <sup>2</sup> |
| Ausnutzung Spannungen            | $U_\sigma$     | 74,3    | 82,7   | %                 |

Der Spannungsnachweis innen ist erfüllt.

Die Spannungen liegen im zulässigen Bereich.

Alle notwendigen Nachweise sind erbracht.