

## 1 Statik nach DWA-A 143-2: MKG 26 - DN 150, GW 4,00 m

Titel der Teilstatik: MKG 26 - DN 150, GW 4,00 m

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

### 1.1 Eingaben

#### 1.1.1 Geometrie

|                                      |               |        |    |
|--------------------------------------|---------------|--------|----|
| Geometrie:                           | Kreisprofil   |        |    |
| Wanddicke Liner:                     | $t_L$         | 1,10   | mm |
| Innendurchmesser Altrohr:            | $d_{AR,i}$    | 150,00 | 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      | [-]               |

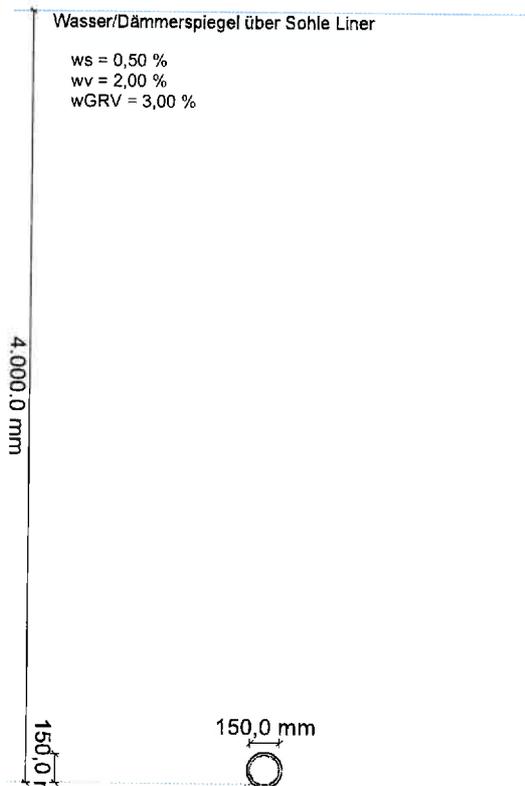
#### 1.1.3 Lasten

|                                 |            |       |                   |
|---------------------------------|------------|-------|-------------------|
| Wasserspiegel über Sohle Liner: | $h_w$      | 4,00  | 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   |
| Abminderungsfaktor dynamische Last manuell eingeben: Nein |                |      |     |
| Teilsicherheitsbeiwert Eigengewicht:                      | $\gamma_{GE}$  | 1,35 | [-] |
| Teilsicherheitsbeiwert Wasserdruck:                       | $\gamma_W$     | 1,50 | [-] |
| Teilsicherheitsbeiwert Innendruck:                        | $\gamma_{p_i}$ | 1,50 | [-] |
| Teilsicherheitsbeiwert Temperatur:                        | $\gamma_T$     | 1,10 | [-] |

## 1.2 Ergebnisse

### 1.2.1 Lastfall ARZ II - hW 4,00 m, Langzeit



|  |                 |      |    |
|--|-----------------|------|----|
| Lokale Vorverformung:                      | $\omega_v$      | 2,00 | %  |
| Lokale Vorverformung absolut:              | $W_v$           | 1,49 | mm |
| Gelenkringverformung:                      | $\omega_{GR,v}$ | 3,00 | %  |
| Gelenkringverformung absolut, einseitig:   | $W_{GR,v}$      | 2,23 | mm |
| Ringspalt:                                 | $\omega_s$      | 0,50 | %  |
| Spaltweite absolut (als konst. Ringspalt): | $W_s$           | 0,37 | mm |

#### 1.2.1.1 Materialkennwerte

Liner

|  |                   |           |                   |
|--|-------------------|-----------|-------------------|
| Teilsicherheitsbeiwert Material:           | YM                | 1,35      | [-]               |
| Querkontraktionszahl:                      | $\mu$             | 0,35      | [-]               |
| E-Modul, Langzeit:                         | EL                | 13.000,00 | N/mm <sup>2</sup> |
| E-Modul, Langzeit, Design:                 | EL,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: | $d_v$               | 150,00 | mm |
| Spaltweite absolut (als konst. Ringspalt):         | $w_s$               | 0,37   | mm |
| Lokale Vorverformung absolut:                      | $w_v$               | 1,49   | mm |
| Gelenkringverformung absolut, einseitig:           | $w_{GR,v}$          | 2,23   | mm |
| Elastische Verformung absolut:                     | $w_{el}$            | 2,7    | mm |
| Relative elastische Verformung:                    | $\delta_{v,el}$     | 1,77   | %  |
| Zulässige Verformung elastisch:                    | Zul $\delta_{v,el}$ | 3,00   | %  |

Die errechnete elastische Verformung ist kleiner als die zulässige Verformung.

|                               |                |       |    |
|-------------------------------|----------------|-------|----|
| Gesamte Durchmesseränderung:  | w              | 8,62  | mm |
| Relative Gesamtverformung:    | $\delta_v$     | 5,75  | %  |
| Anhaltswert Gesamtverformung: | $\delta_{v,A}$ | 10,00 | %  |

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

|  |            |       |                   |
|--|------------|-------|-------------------|
| Äußerer Wasserdruck, Design:             | $p_{a,d}$  | 60,00 | kN/m <sup>2</sup> |
| Kritischer äußerer Wasserdruck:          | krit $p_a$ | 70,56 | kN/m <sup>2</sup> |
| Ausnutzungsgrad vereinfachte Stabilität: | $U_{pa}$   | 85,0  | %                 |

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 4,00 m

|                     |   |      |                     |
|---------------------|---|------|---------------------|
| Fläche (Wanddicke): | A | 1,10 | mm <sup>2</sup> /mm |
|---------------------|---|------|---------------------|

#### Außen

|                                  |                |         |        |                   |
|----------------------------------|----------------|---------|--------|-------------------|
| Spannung in Element              |                | Druck   | Zug    |                   |
| Zul. Spannung, Langzeit, Design: | Max $\sigma_d$ | -101,39 | 43,09  | N/mm <sup>2</sup> |
|                                  | $\sigma_{L,d}$ | -125,93 | 125,93 | N/mm <sup>2</sup> |
| Ausnutzung Spannungen            | $U_\sigma$     | 80,5    | 34,2   | %                 |

Der Spannungsnachweis Außen ist erfüllt.

#### Innen

|                                  |                |         |        |                   |
|----------------------------------|----------------|---------|--------|-------------------|
| Spannung in Element              |                | Druck   | Zug    |                   |
| Zul. Spannung, Langzeit, Design: | Max $\sigma_d$ | -54,28  | 91,29  | N/mm <sup>2</sup> |
|                                  | $\sigma_{L,d}$ | -125,93 | 125,93 | N/mm <sup>2</sup> |

---

|                       |              |      |      |   |
|-----------------------|--------------|------|------|---|
| Ausnutzung Spannungen | $U_{\sigma}$ | 43,1 | 72,5 | % |
|-----------------------|--------------|------|------|---|

Der Spannungsnachweis Innen ist erfüllt.

Die Spannungen liegen im zulässigen Bereich.

Alle notwendigen Nachweise sind erbracht.

Durch Vergleichsrechnung geprüft