

1 Statik nach DWA-A 143-2: Regelstatiken MKG 26 - Ei 250/375, GW 4,00 m

Titel der Teilstatik: Regelstatiken MKG 26 - Ei 250/375, GW 4,00 m

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

1.1 Eingaben

1.1.1 Geometrie

Geometrie: Eiquerschnitt nach DIN
 Nennweite DN: 250/375
 Ei horizontal spiegeln: Nein
 Wanddicke Liner: t_L 3,70 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: 2Φ 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: γ_L 17,50 kN/m³
 Querkontraktionszahl: μ 0,35 [-]
 Werkstoff ist orthogonal anisotrop: Nein
 Elastizitätsmodul Langzeit, charakteristisch: E_L 13.000,00 N/mm²
 Elastizitätsmodul Kurzzeit, charakteristisch: E_K 15.600,00 N/mm²
 Biegezugfestigkeit Langzeit, charakteristisch: $\sigma_{bZ,L}$ 170,00 N/mm²
 Biegezugfestigkeit Kurzzeit, charakteristisch: $\sigma_{bZ,K}$ 245,00 N/mm²
 Druckfestigkeit Langzeit, charakteristisch: $\sigma_{D,L}$ 170,00 N/mm²
 Druckfestigkeit Kurzzeit, charakteristisch: $\sigma_{D,K}$ 245,00 N/mm²
 Wärmedehnzahl: α_T 0,00003 1/K
 Teilsicherheitsbeiwert Material: γ_M 1,35 [-]

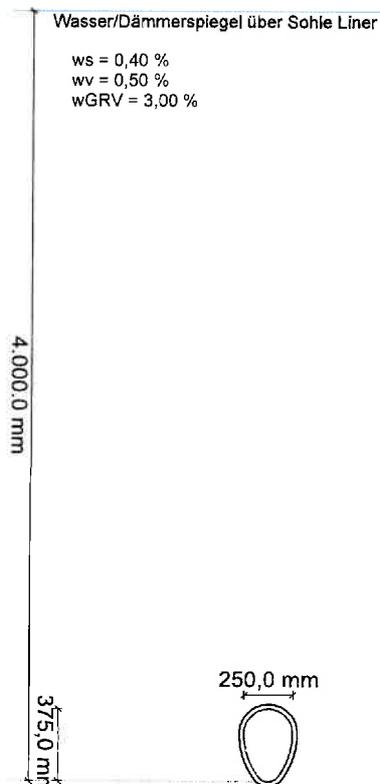
1.1.3 Lasten

Wasserspiegel über Sohle Liner: h_w 4,00 m
 Gewicht Wasser: γ_w 10,00 kN/m³

| | | | |
|--|---------------|------|-----|
| Temperaturänderung: | ΔT | 0,00 | K |
| Abminderungsfaktor dynamische Last manuell eingeben: | Nein | | |
| Teilsicherheitsbeiwert Eigengewicht: | γ_{GE} | 1,35 | [-] |
| Teilsicherheitsbeiwert Wasserdruck: | γ_W | 1,50 | [-] |
| Teilsicherheitsbeiwert Innendruck: | γ_{pi} | 1,50 | [-] |
| Teilsicherheitsbeiwert Temperatur: | γ_T | 1,10 | [-] |

1.2 Ergebnisse

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



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

Vorgegebene Werte:

| | | | |
|--|-----------------|------|---------------------|
| Lokale Vorverformung: | ω_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: | ω_v | 0,80 | % |
| Lokale Vorverformung absolut: | w_v | 2,99 | 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: | ω_s | 0,40 | % |
| Spaltweite absolut (als konst. Ringspalt): | W_s | 0,62 | mm |

1.2.1.1 Materialkennwerte**Liner**

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

1.2.1.2 Verformungsnachweis (Gebrauchslast)

| | | | |
|--|---------------------|--------|----|
| Relevanter Durchmesser für prozentuale Verformung: | d_v | 312,50 | mm |
| Spaltweite absolut (als konst. Ringspalt): | W_s | 0,62 | mm |
| Lokale Vorverformung absolut: | w_v | 2,99 | mm |
| Gelenkringverformung absolut, einseitig: | $W_{GR,v}$ | 0,00 | mm |
| Elastische Verformung absolut: | w_{el} | 8,7 | mm |
| Relative elastische Verformung: | $\delta_{v,el}$ | 2,78 | % |
| Zulässige Verformung elastisch: | zul $\delta_{v,el}$ | 3,00 | % |

Die errechnete elastische Verformung ist kleiner als die zulässige Verformung.

| | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|----|
| Gesamte Durchmesseränderung: | w | 11,69 | mm |
| Relative Gesamtverformung: | δ_v | 3,74 | % |
| 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 4,00 m

| | | | |
|---------------------|---|------|---------------------|
| Fläche (Wanddicke): | A | 3,70 | mm ² /mm |
|---------------------|---|------|---------------------|

Außen

| | | | | |
|----------------------------------|----------------|-----------------|--------------|-------------------|
| Spannung in Element | Max σ_d | Druck -92,38 | Zug 59,81 | N/mm ² |
| Zul. Spannung, Langzeit, Design: | $\sigma_{L,d}$ | -125,93 | 125,93 | N/mm ² |
| Ausnutzung Spannungen | U_σ | 73,4 | 47,5 | % |

Der Spannungsnachweis Außen ist erfüllt.

Innen

Druck Zug

| | | | | |
|----------------------------------|----------------|---------|--------|-------------------|
| Spannung in Element | Max σ_d | -75,44 | 78,69 | N/mm ² |
| Zul. Spannung, Langzeit, Design: | $\sigma_{L,d}$ | -125,93 | 125,93 | N/mm ² |
| Ausnutzung Spannungen | U_σ | 59,9 | 62,5 | % |

Der Spannungsnachweis Innen ist erfüllt.

Die Spannungen liegen im zulässigen Bereich.

Alle notwendigen Nachweise sind erbracht.