

1 Statik nach DWA-A 143-2: Regelstatiken MKG 26 - DN 250, GW 4,50 m

Titel der Teilstatik: Regelstatiken MKG 26 - DN 250, GW 4,50 m

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

1.1 Eingaben

1.1.1 Geometrie

| | | | |
|--------------------------------------|-------------|--------|----|
| Geometrie: | Kreisprofil | | |
| Wanddicke Liner: | t_L | 1,90 | mm |
| Innendurchmesser Altrohr: | $d_{AR,i}$ | 250,00 | mm |
| Gelenkringverformung: | WGR_v/r_L | 3,00 | % |
| Tiefe Vorverformung Sohlbereich: | w_v/r_L | 2,00 | % |
| Öffnungswinkel lokale Vorverformung: | 2Φ | 40,00 | ° |
| Achse Ausbreitungswinkel: | Φ_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: | γ_L | 17,50 | kN/m ³ |
| Querkontraktionszahl: | μ | 0,35 | [-] |
| Werkstoff ist orthogonal anisotrop: | Nein | | |
| Elastizitätsmodul Langzeit, charakteristisch: | E_L | 13.000,00 | N/mm ² |
| Elastizitätsmodul Kurzzeit, charakteristisch: | E_K | 15.600,00 | N/mm ² |
| Biegezugfestigkeit Langzeit, charakteristisch: | $\sigma_{bZ,L}$ | 170,00 | N/mm ² |
| Biegezugfestigkeit Kurzzeit, charakteristisch: | $\sigma_{bZ,K}$ | 245,00 | N/mm ² |
| Druckfestigkeit Langzeit, charakteristisch: | $\sigma_{D,L}$ | 170,00 | N/mm ² |
| Druckfestigkeit Kurzzeit, charakteristisch: | $\sigma_{D,K}$ | 245,00 | N/mm ² |
| Wärmedehnzahl: | α_T | 0,00003 | 1/K |
| Teilsicherheitsbeiwert Material: | γ_M | 1,35 | [-] |

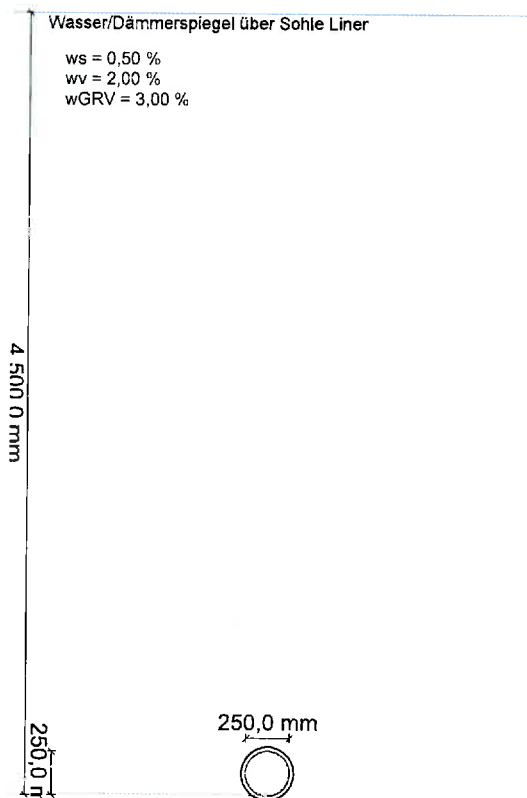
1.1.3 Lasten

| | | | |
|---------------------------------|------------|-------|-------------------|
| Wasserspiegel über Sohle Liner: | h_w | 4,50 | m |
| Gewicht Wasser: | γ_w | 10,00 | kN/m ³ |

| | | | |
|--|----------------|------|-----|
| Innendruck: | p_i | 0,00 | bar |
| Druckstoß, kurzzeitig: | $p_{i,ds}$ | 0,00 | bar |
| 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_{p_i} | 1,50 | [-] |
| Teilsicherheitsbeiwert Temperatur: | γ_T | 1,10 | [-] |

1.2 Ergebnisse

1.2.1 Lastfall ARZ II - hW 4,50 m, Langzeit



| | | | |
|--|-----------------|------|----|
| Lokale Vorverformung: | ω_v | 2,00 | % |
| Lokale Vorverformung absolut: | w_v | 2,48 | mm |
| Gelenkringverformung: | $\omega_{GR,v}$ | 3,00 | % |
| Gelenkringverformung absolut, einseitig: | $w_{GR,v}$ | 3,72 | mm |
| Ringspalt: | ω_s | 0,50 | % |
| 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: | E _L | 13.000,00 | N/mm ² |
| E-Modul, Langzeit, Design: | E _{L,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 | 250,00 | mm |
| Spaltweite absolut (als konst. Ringspalt): | w _s | 0,62 | mm |
| Lokale Vorverformung absolut: | w _v | 2,48 | mm |
| Gelenkringverformung absolut, einseitig: | WGR _v | 3,72 | mm |
| Elastische Verformung absolut: | w _{el} | 4,5 | mm |
| Relative elastische Verformung: | $\delta_{v,el}$ | 1,78 | % |
| Zulässige Verformung elastisch: | Zul $\delta_{v,el}$ | 3,00 | % |

Die errechnete elastische Verformung ist kleiner als die zulässige Verformung.

| | | | |
|-------------------------------|----------------|-------|----|
| Gesamte Durchmesseränderung: | w | 14,38 | mm |
| Relative Gesamtverformung: | δ_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} | 67,50 | kN/m ² |
| Kritischer äußerer Wasserdruck: | krit pa | 78,24 | kN/m ² |
| Ausnutzungsgrad vereinfachte Stabilität: | U _{pa} | 86,3 | % |

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 4,50 m

| | | | |
|---------------------|---|------|---------------------|
| Fläche (Wanddicke): | A | 1,90 | mm ² /mm |
|---------------------|---|------|---------------------|

Außen

| | | | | |
|----------------------------------|----------------|------------------|--------------|-------------------|
| Spannung in Element | Max σ_d | Druck -107,16 | Zug 45,57 | N/mm ² |
| Zul. Spannung, Langzeit, Design: | $\sigma_{L,d}$ | -125,93 | 125,93 | N/mm ² |
| Ausnutzung Spannungen | U σ | 85,1 | 36,2 | % |

Der Spannungsnachweis Außen ist erfüllt.

Innen

| | | | | |
|----------------------------------|----------------|-----------------|--------------|-------------------|
| Spannung in Element | Max σ_d | Druck -57,81 | Zug 96,14 | N/mm ² |
| Zul. Spannung, Langzeit, Design: | $\sigma_{L,d}$ | -125,93 | 125,93 | N/mm ² |

| | | | | |
|-----------------------|--------------|------|------|---|
| Ausnutzung Spannungen | U_{σ} | 45,9 | 76,3 | % |
|-----------------------|--------------|------|------|---|

Der Spannungsnachweis Innen ist erfüllt.

Die Spannungen liegen im zulässigen Bereich.

Alle notwendigen Nachweise sind erbracht.