

Ermittlung von Flanschbelastungen mittels Rohrstatik

B. Sc. Thomas Keil
Berechnungsingenieur / ROHR2 u. PROBAD Support
keil@rohr2.de

11. November 2025
IDT/SGL-Symposium



Agenda

Regelwerke zur Abschätzung von Flanschbelastungen

Berechnung einer Rohrstatik

Ergebnisse und deren Vergleich

Verwendete Software

Fragen und Diskussion

Regelwerke

Regelwerke

DIN 2505V

EN 1092-1

VDI 2290

EN 13480-3 / EN 13445-3

AD-2000

EN 1591-1

Regelwerke

DIN 2505V:1986 (*Vornorm*)

- Norm zur Berechnung von Flanschverbindungen
- 4.1 Rohrkraft
- „In Rohrsystemen warmgehender Leitungen muss außerdem die auf die Flanschverbindung entfallende Rohrkraft PRz auf Grund statischer Berechnung ermittelt werden 1).“

Fazit: Rohrstatik

- „1) Ist eine solche Berechnung nicht möglich so ist PRz (Rohrkraft) = PRp (Innendruckkraft) in die Rechnung einzuführen.“

Fazit: Doppelte Innendruckkraft PRp

$$P_R = P_{Rp} + P_{Rz}$$

Regelwerke

EN 1092-1:2018

- Norm mit Informationen zur Geometrie
- p/T-Rating gemäß Anhang G
- Lastermittlung gemäß Anhang E (Nachweis erfolgt gemäß EN 1591-1)

— Flansch Typ 01, Typ 11, Typ 04 mit Typ 34:

$$F_{R1} = 15 \cdot \pi \cdot (A \cdot S - S^2) / 1000 \quad \text{Maße } A, S \text{ in mm, } F_{R1} \text{ in kN}$$

$$F_{R2} = \text{Min}(\text{DN}; 10 \cdot \sqrt{\text{DN}}) \quad F_{R2} \text{ in kN}$$

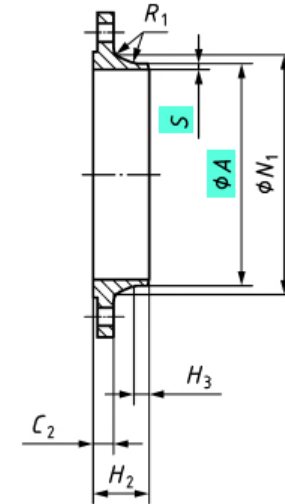
$$F_R = \text{Max}(F_{R1}; F_{R2})$$

— Flanschtypen 32, 35, 36 und 37:

$$F_{R1} = \text{PN} \cdot \pi \cdot (\text{DN}^2) / 40000 \quad \text{Maße in mm, } F_{R1} \text{ in kN}$$

$$F_{R2} = 5 \cdot \sqrt{\text{DN}} \quad F_{R2} \text{ in kN}$$

$$F_R = \text{Min}(F_{R1}; F_{R2})$$



Regelwerke

VDI 2290:2024 (*Entwurf*)

- Richtlinie zur Emissionsminderung – dichte Flanschverbindungen
- 7.3.3 Weitere Vorgaben zur Berechnung von Flanschverbindung
- „Diese äußeren Lasten können aus einer Axialkraft und einem Biegemoment, aber auch aus einer Scherkraft und einem Torsionsmoment bestehen. Die Kenntnis dieser äußeren Lasten setzt eine detaillierte statische Rohrleitungsberechnung voraus. Aus einer solchen Rohrleitungsstatik können für alle relevanten Lastfälle die der Flanschverbindung zugeordneten äußeren Lasten entnommen werden.“

Fazit: Rohrstatik

- Berechnung mit Taylor-Forge-Methode ausgeschlossen (EN 13445-3, ASME VIII...)
- Dichtheitsklasse kann bei Taylor-Forge nicht nachgewiesen werden
- Nachweis erfolgt gemäß EN 1591-1

Regelwerke

EN 13480-3:2024

- Norm zur Berechnung von industriellen Rohrleitungen
- D.4.2 Verwendung von genormten Flanschen ohne Berechnung
- A – p/T – Rating eingehalten
- B – Druckprobe und Sonderlastfall max. $1,5 \times P_c$
- C – Dichtung gelistet in EN 13480-3 D.4-1
- D – Schrauben gelistet in EN 13480-3 D.4-2 in Abhängigkeit von D.4-1
- E – ΔT Schraube zu Flansch kleiner 50°C
- F – Δ Ausdehnungskoeffizient Schraube zu Flansch kleiner 10% oder T_c kleiner 120°C

- Muss doch ein Nachweis geführt werden, dann gemäß EN 1591-1

Regelwerke

EN 13445-3:2021

- Norm zur Berechnung von Behältern
- 11.4.2 Verwendung von genormten Flanschen ohne Berechnung
- A – G wie bei EN 13480-3 D.4.2
- F – zusätzlich – keine zyklische Belastung

- Alternativ Verfahren gemäß EN 13445-3 Anhang G (Berechnungsverfahren, Taylor-Forge)
- A – keine Schwankungen der thermischen Belastung
- B – keine Schraubenspannung bei Montage kontrolliert wird
- C – keine zusätzlichen Belastungen auftreten
- D – keine Dichtheit von Bedeutung ist

Regelwerke

AD-2000 Merkblatt B8:2023

- Regelwerk zur Berechnung von Behälterbauteilen
- 8.2 Standardflansche
- A – G wie bei EN 13445-3 11.4.2

- Alternativ bei „relevanten Abdichtproblemen“ nach EN 1591-1

Regelwerke

EN 1591-1:2024

- Regelwerk zur Berechnung von Flanschverbindung inkl. Bewertung der Dichtheitsklasse
- 6.1 Allgemeines
- „Alle möglicherweise kritischen Belastungszustände müssen berechnet werden.“
- „Die Verbindung kann 6 Komponenten der äußeren Kraft ausgesetzt werden: FXI, FYI, FZI, MXI, MYI, MZI.“

Fazit: Rohrstatik

Regelwerke - Zusammenfassung

DIN 2505V

- **Rohrstatik** oder Doppelte Innendruckkraft

EN 1092-1

- P-/T- Rating
- Lasten gemäß Anhang E (voll und abgemindert)
- Berechnung gemäß EN 1591-1 → **Rohrstatik**

VDI 2290, EN 13480, EN 13445, AD-2000

- Vereinfacht nach Taylor-Forge oder detailliert nach EN 1591-1 → **Rohrstatik**

Ergebnisse Flanschnachweis nach EN 1591-1 mit vereinfachten Lastannahmen

Definition Flanschverbindung

Flansche		Dichtung	
<p>Flansch 1</p> <p>Bauart: Vorschweißflansch</p> <p>Dichtfläche: Dichtleiste</p> <p>Norm: EN 1092-1</p>		<p>Dichtung auswählen</p> <p>Bauart: Flachdichtung</p> <p>Abmessungen: EN 1514-1</p> <p>Kennwerte: Sigraflex Universal Prc</p> <p>Leckage: 1.0e-02</p> <p>Dicke: 3 mm</p> <p>Reibkoeffizient: 0.22</p>	
<p>Nennweite: DN 150</p> <p>Nenndruck: 25</p> <p>Material: P250GH</p> <p>Material Losflansch:</p>			
<p>Schrauben</p> <p>Bauart: Schraube mit Kopf unc</p> <p>Norm: DIN EN ISO 4014</p> <p>Zusatzinformationen: A</p> <p>Oberflächenzustand: Glatt und geschmiert</p> <p>Reibkoeffizient: 0.1</p> <p>Material: 25CrMo4</p>		<p>Unterlegscheiben</p> <p>Norm: DIN EN ISO 7089</p> <p>Material: 25CrMo4</p> <p>Mutter</p> <p>Norm: ISO 4032</p> <p>Material: 25CrMo4</p>	

Betriebsdaten

➤ 25 bar(ü) / 300°C

Flanschnachweise – Lastannahmen

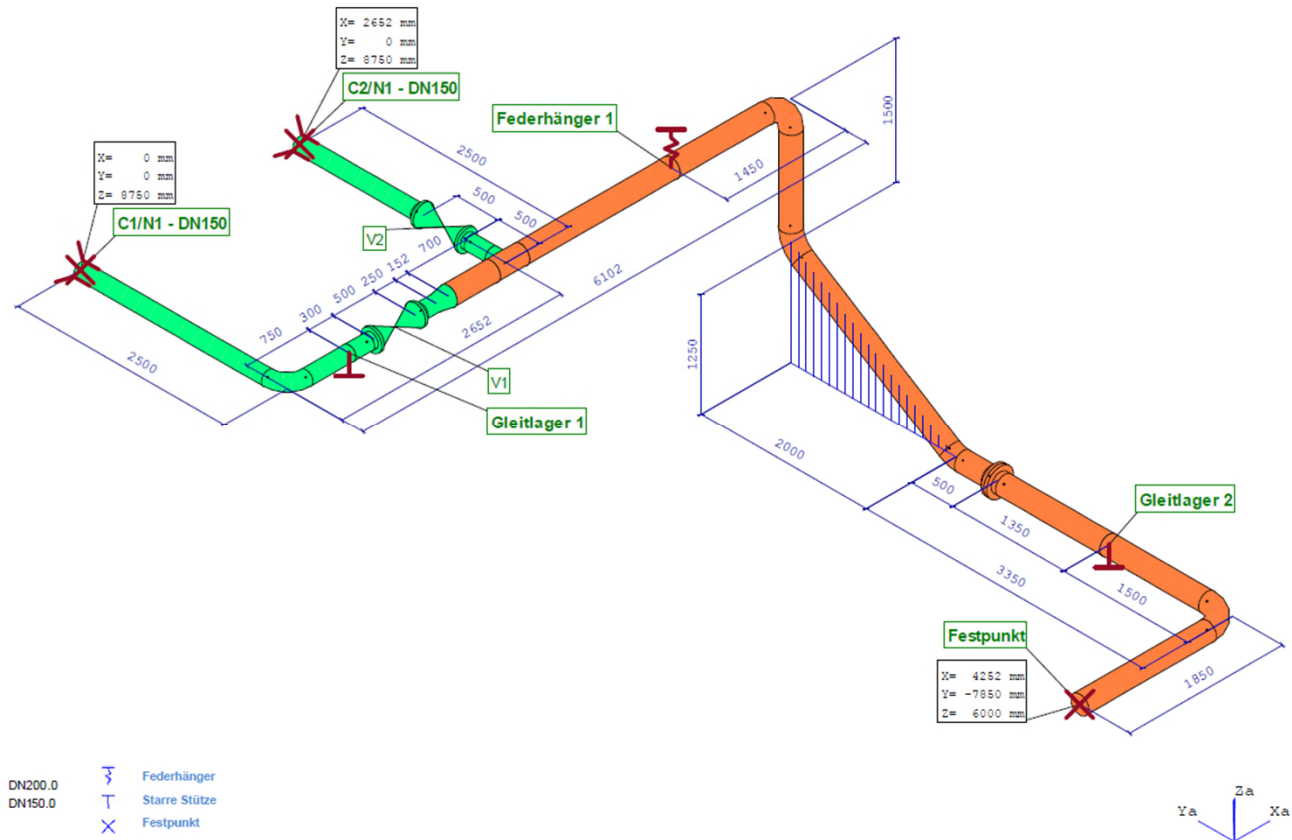
Lastfall / Belastung	Flansch 1	Flansch 2	Schrauben	Dichtung
DIN 2505V: 2 x Innendruck	85,6 %	85,6 %	39,8 %	9,5 %
EN 1092-1: P-/T-Rating	145,3 %	145,3 %	-	-
EN 1092-1: volle Last	102,6 %	102,6 %	44,9 %	5,7 %
EN 1092-1: abgeminderte Last*	89,4 %	89,4 %	40,5 %	6,5 %
AD-2000: Stutzenlasten S3/0	111,2 %	111,2 %	53,6 %	10,3 %

* Die Belastung wurde im Verhältnis der zulässigen Spannung reduziert.

Rohrstatik

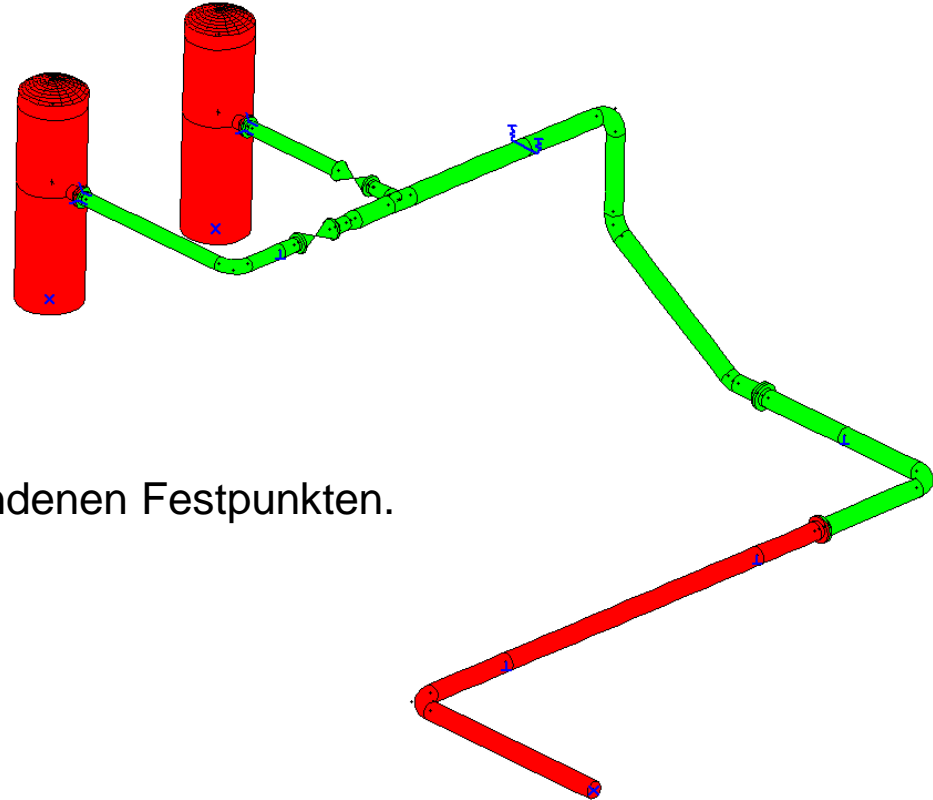
Geometrie

- Leitungsverlauf
- Abmessungen
- Werkstoffe
- Randbedingungen
- Designdaten



Randbedingungen

Bereich
Erweiterung_Systemgrenze
Liefergrenzen

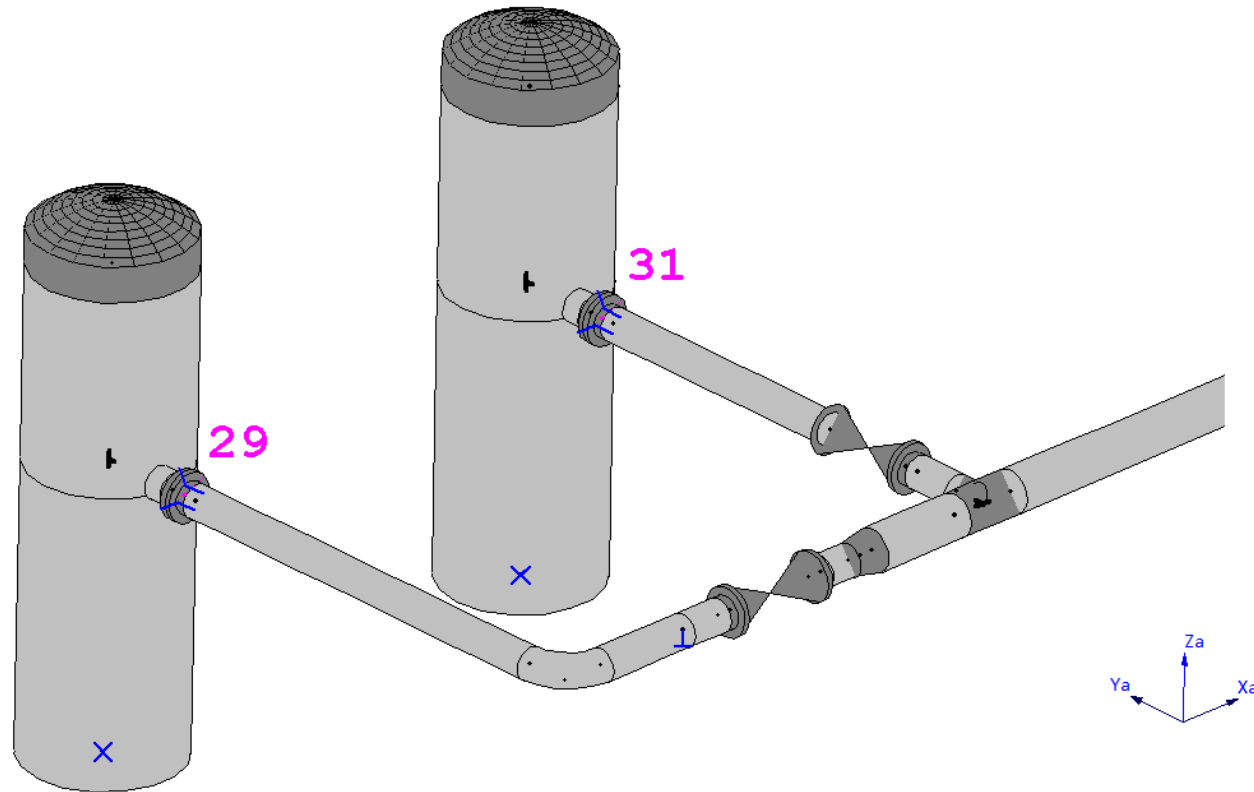


Wichtig!

System muss statisch bestimmt sein!

Systemabgrenzung an echten / vorhandenen Festpunkten.

Randbedingungen – betrachtete Knoten



Belastungen – LF Montage

- Eigengewicht Rohrleitung
- Inkl. Isolierung und Armaturen
- Montagetemperatur
- Winter / Sommer, Im Gebäude / im Freien
- Spezielle Halterungsbedingungen
- Montagelager
- Blockierte Federn

Belastungen – LF Druckprobe

- Eigengewicht Rohrleitung
 - Inkl. Isolierung und Armaturen

- Gewicht vom Medium

- Druckprobentemperatur
 - Winter / Sommer, Im Gebäude / im Freien

- Druckprobendruck

- Spezielle Halterungsbedingungen
 - Blockierte Federn

Belastungen – LF Betrieb / Design

- Eigengewicht Rohrleitung
- Inkl. Isolierung und Armaturen
- Gewicht vom Medium
- Design Druck und Temperatur

Belastungen – Rechenlauf 1

Betriebsdaten:

Lastfall	Druck	Temperatur	Med. Dichte
Primärlasten	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m ³
Betrieb	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m ³
Druckprobe	35.75 bar(ü)	20.0 °C	1000.0 kg/m ³
Montage	0.00 bar(ü)	20.0 °C	0.0 kg/m ³

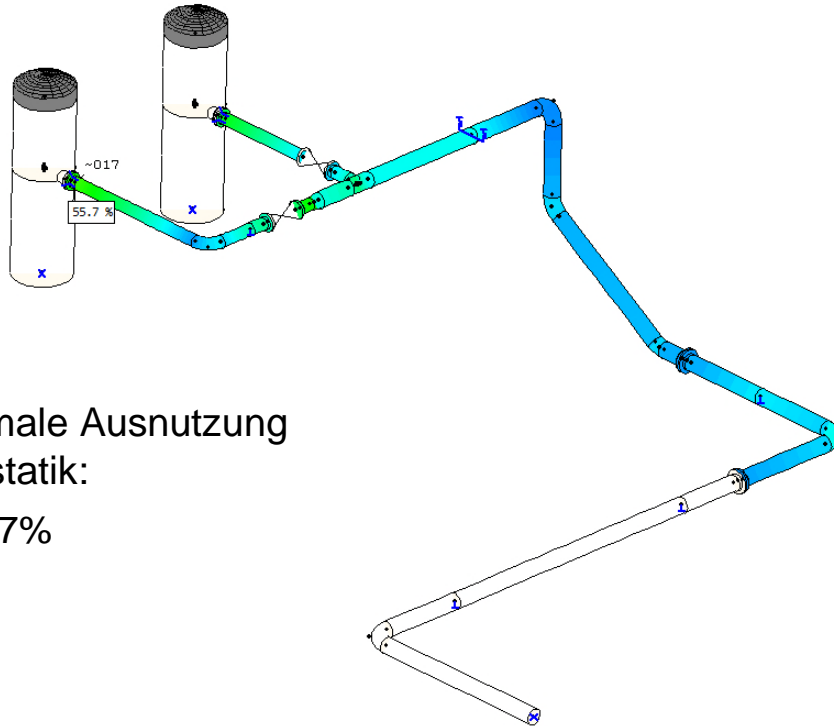
Knoten 31:

Name	QXa [kN]	QYa [kN]	QZa [kN]	MXa [kNm]	MYa [kNm]	MZa [kNm]
Primärlasten	0.012	0.098	-1.608	0.815	-0.131	0.039
Betrieb	2.754	3.498	-2.101	2.918	-1.176	4.385
Extremwert	2.754	3.498	-2.101	2.918	-1.176	4.385
Druckprobe	0.001	-0.068	-0.452	-0.583	-0.608	-0.013
Montage	-0.004	-0.135	-0.037	-1.181	-0.816	-0.035

Knoten 29:

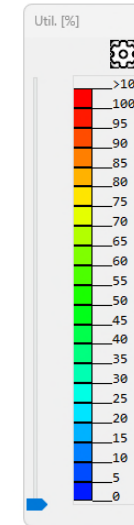
Name	QXa [kN]	QYa [kN]	QZa [kN]	MXa [kNm]	MYa [kNm]	MZa [kNm]
Primärlasten	0.036	-0.073	-1.018	0.384	0.008	0.057
Betrieb	-2.219	-2.052	-3.273	5.276	-0.014	-4.543
Extremwert	-2.219	-2.052	-3.273	5.276	-0.014	-4.543
Druckprobe	-0.018	0.038	-0.972	0.611	-0.092	-0.027
Montage	-0.039	0.085	-1.100	0.797	-0.148	-0.062

Spannungen – LF Betrieb



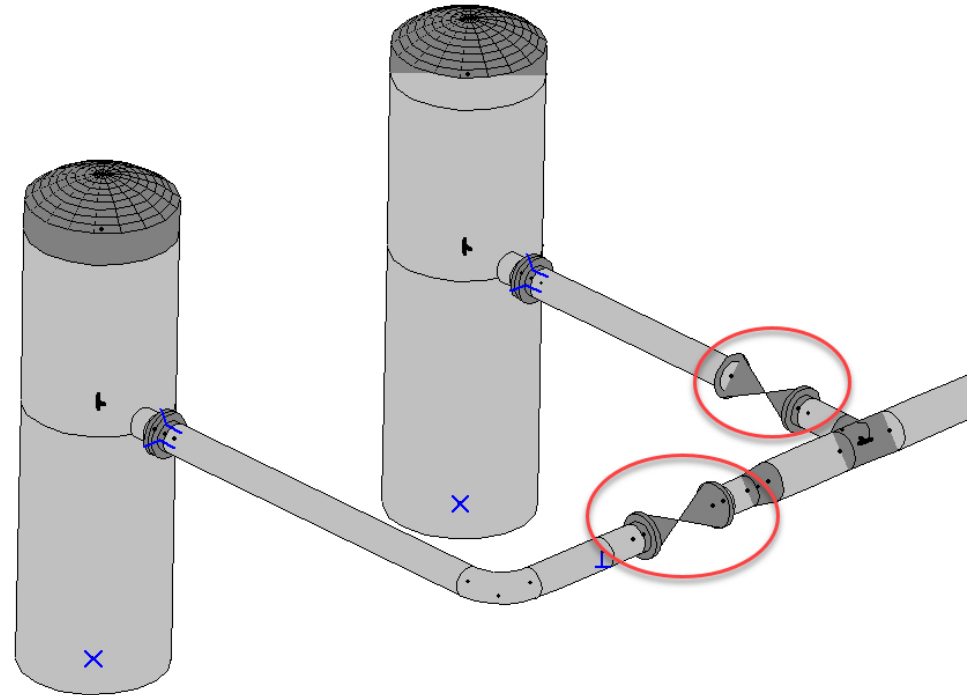
Maximale Ausnutzung
Rohrstatik:

➤ 55.7%

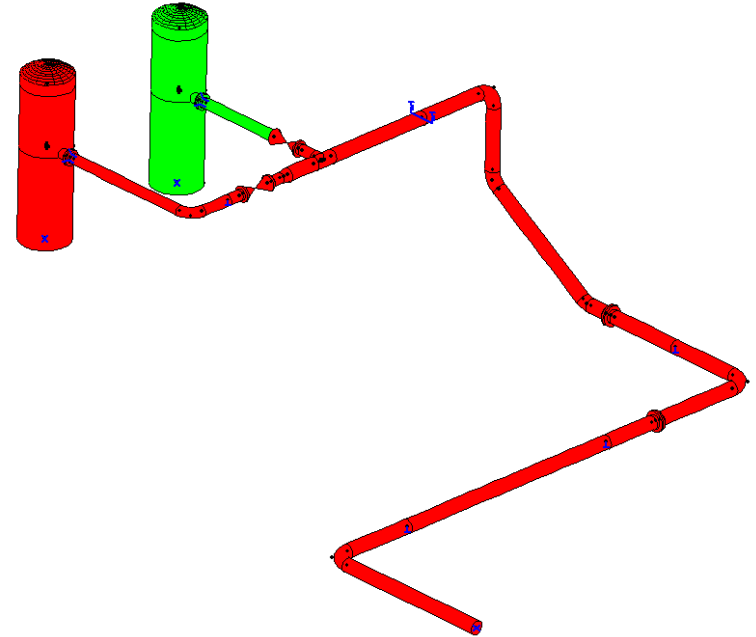
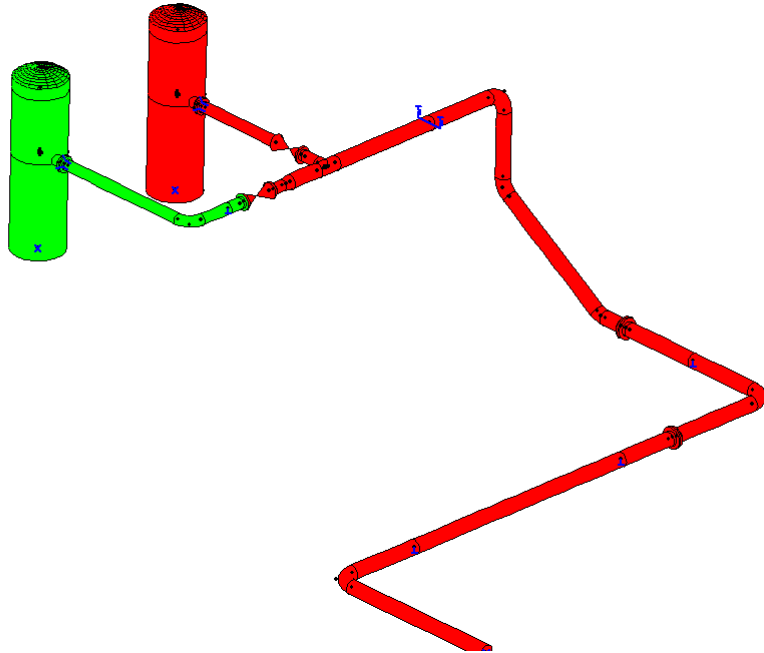


Belastungen – LF Betrieb / Fahrweise 1 + 2

- Eigengewicht Rohrleitung
- Inkl. Isolierung und Armaturen
- Gewicht vom Medium
- Druck und Temperatur
- Unterscheiden sich je Fahrweise
- Einzelne Armaturen geschlossen
- Einzelne Pumpen nicht im Betrieb



Belastungen – LF Betrieb / Fahrweise 1 + 2



Belastungen – LF Betrieb / Fahrweise 1 + 2

Betriebsdaten:

Lastfall	Druck	Temperatur	Med. Dichte
Primärlasten	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Betrieb	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Fahrweise 1	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Fahrweise 2	0.00 bar(ü)	20.0 °C	1000.0 kg/m³
Druckprobe	35.75 bar(ü)	20.0 °C	1000.0 kg/m³
Montage	0.00 bar(ü)	20.0 °C	0.0 kg/m³

Lastfall	Druck	Temperatur	Med. Dichte
Primärlasten	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Betrieb	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Fahrweise 1	0.00 bar(ü)	20.0 °C	1000.0 kg/m³
Fahrweise 2	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Druckprobe	35.75 bar(ü)	20.0 °C	1000.0 kg/m³
Montage	0.00 bar(ü)	20.0 °C	0.0 kg/m³

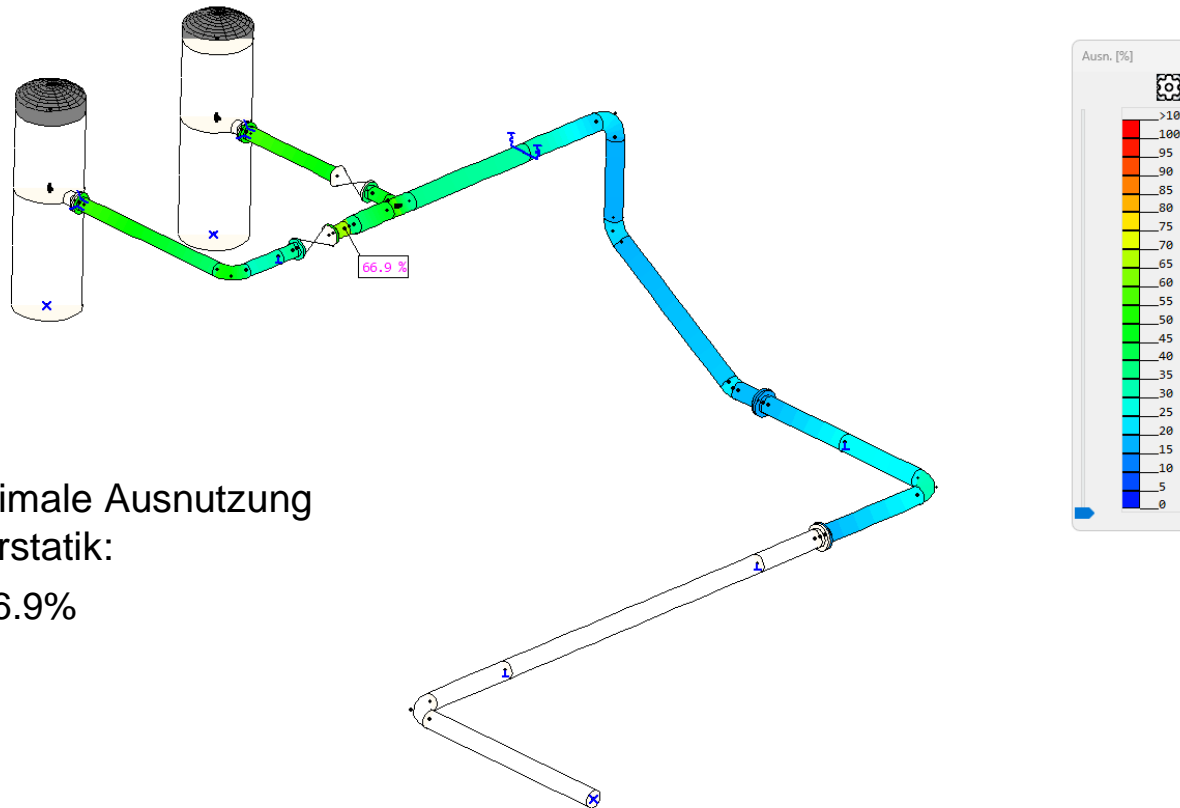
Knoten 31:

Name	QXa [kN]	QYa [kN]	QZa [kN]	MXa [kNm]	MYa [kNm]	MZa [kNm]
Primärlasten	0.012	0.098	-1.608	0.815	-0.131	0.039
Betrieb	2.754	3.498	-2.101	2.918	-1.176	4.385
Fahrweise 1	2.044	7.126	-2.007	2.331	-1.419	0.690
Fahrweise 2	2.325	0.059	-0.785	0.026	-0.577	6.270
Extremwert	2.754	7.126	-2.101	2.918	-1.419	6.270
Druckprobe	0.001	-0.068	-0.452	-0.583	-0.608	-0.013
Montage	-0.004	-0.135	-0.037	-1.181	-0.816	-0.035

Knoten 29:

Name	QXa [kN]	QYa [kN]	QZa [kN]	MXa [kNm]	MYa [kNm]	MZa [kNm]
Primärlasten	0.036	-0.073	-1.018	0.384	0.008	0.057
Betrieb	-2.219	-2.052	-3.273	5.276	-0.014	-4.543
Fahrweise 1	-0.650	-5.059	-1.112	1.059	-0.662	-3.424
Fahrweise 2	-2.240	0.840	-3.452	5.029	0.499	-3.080
Extremwert	-2.240	-5.059	-3.452	5.276	-0.662	-4.543
Druckprobe	-0.018	0.038	-0.972	0.611	-0.092	-0.027
Montage	-0.039	0.085	-1.100	0.797	-0.148	-0.062

Spannungen – LF Betrieb / Fahrweise 1 + 2



Maximale Ausnutzung
Rohrstatik:

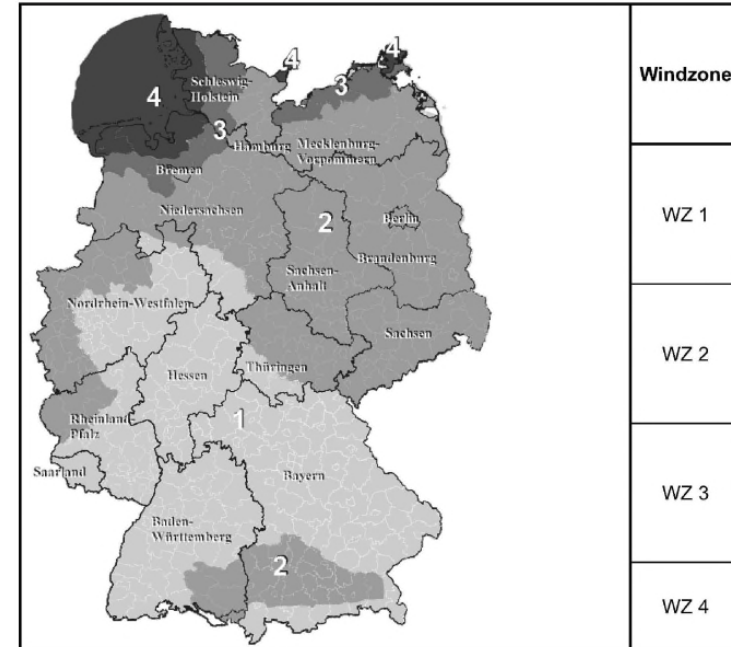
➤ 66.9%

Belastungen – LF Wind

- Belastungen durch Wind
- Windzone / Gelände (Ort)
- Rohrquerschnitt
- Leitungshöhe

- Gewählte Last
- Deutschland Windzone 2 (vb = 25m/s)
- Geländekategorie III (gleichmäßig bebaut)
- Höhe - niedrigster Punkt liegt auf 8m

DIN EN 1991-1-4/NA:2024-08



Belastungen – LF Wind

Betriebsdaten:

Lastfall	Druck	Temperatur	Med. Dichte
Primärlasten	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Betrieb	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Fahrweise 1	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Fahrweise 2	0.00 bar(ü)	20.0 °C	1000.0 kg/m³
Druckprobe	35.75 bar(ü)	20.0 °C	1000.0 kg/m³
Montage	0.00 bar(ü)	20.0 °C	0.0 kg/m³

Lastfall	Druck	Temperatur	Med. Dichte
Primärlasten	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Betrieb	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Fahrweise 1	0.00 bar(ü)	20.0 °C	1000.0 kg/m³
Fahrweise 2	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Druckprobe	35.75 bar(ü)	20.0 °C	1000.0 kg/m³
Montage	0.00 bar(ü)	20.0 °C	0.0 kg/m³

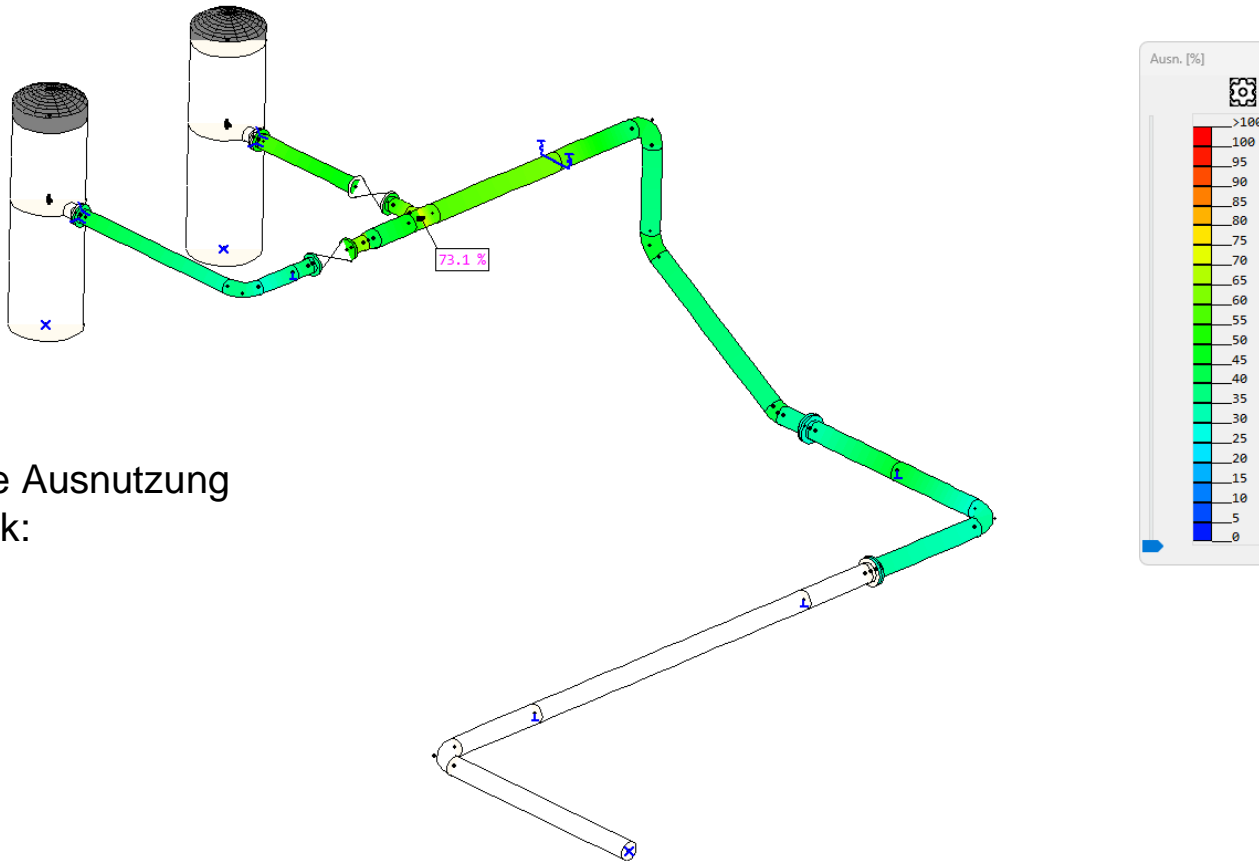
Knoten 31:

Name	QXa [kN]	QYa [kN]	QZa [kN]	MXa [kNm]	MYa [kNm]	MZa [kNm]
Primärlasten	0.012	0.098	-1.608	0.815	-0.131	0.039
Betrieb	2.754	3.498	-2.101	2.918	-1.176	4.385
Fahrweise 1	2.044	7.126	-2.007	2.331	-1.419	0.690
Fahrweise 2	2.325	0.059	-0.785	0.026	-0.577	6.270
Wind_X	1.173	0.145	-0.048	0.066	-0.006	1.123
Wind_Y	-0.602	3.447	0.444	-0.335	-0.073	-0.159
Extremwert	4.073	10.575	-2.548	3.260	-1.492	7.405
Druckprobe	0.001	-0.068	-0.452	-0.583	-0.608	-0.013
Montage	-0.004	-0.135	-0.037	-1.181	-0.816	-0.035

Knoten 29:

Name	QXa [kN]	QYa [kN]	QZa [kN]	MXa [kNm]	MYa [kNm]	MZa [kNm]
Primärlasten	0.036	-0.073	-1.018	0.384	0.008	0.057
Betrieb	-2.219	-2.052	-3.273	5.276	-0.014	-4.543
Fahrweise 1	-0.650	-5.059	-1.112	1.059	-0.662	-3.424
Fahrweise 2	-2.240	0.840	-3.452	5.029	0.499	-3.080
Wind_X	0.698	-0.295	0.018	-0.030	0.011	0.832
Wind_Y	0.337	-0.904	0.030	-0.013	-0.019	0.484
Extremwert	-3.015	-6.010	-3.487	5.309	-0.684	-5.505
Druckprobe	-0.018	0.038	-0.972	0.611	-0.092	-0.027
Montage	-0.039	0.085	-1.100	0.797	-0.148	-0.062

Spannungen – LF Wind



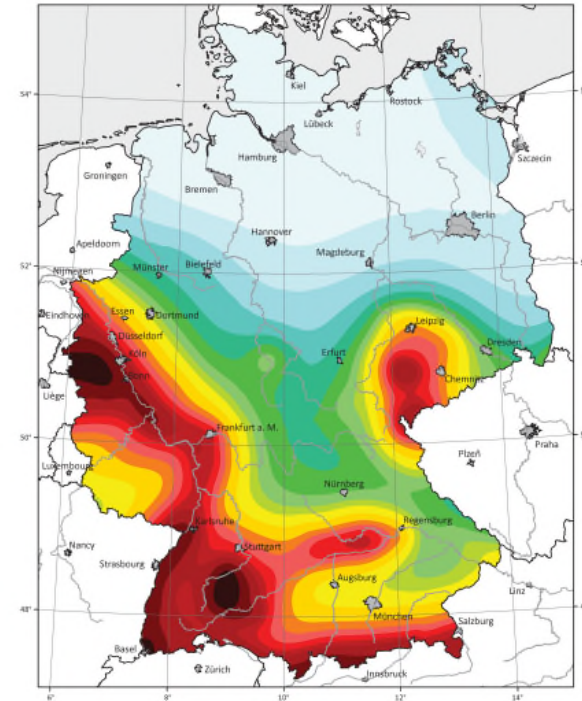
Maximale Ausnutzung
Rohrstatik:

➤ 73.1%

Belastungen – LF Erdbeben

DIN EN 1998-1/NA:2021-07

- Belastungen durch Erdbeben (statisch)
- Erdbebenzone / Bodentyp (Ort)
- Masse
- Bedeutungsbeiwert / Sicherheitskonzept
- Auftrittswahrscheinlichkeit
- Gewählte Last
- Deutschland Boden C-S
- 475-jähriges Erdbeben
- Bedeutungsbeiwert = 1,2
- Grundbeschleunigung $a_{gr} = 0,312 \text{ m/s}^2$



Belastungen – LF Erdbeben

Betriebsdaten:

Lastfall	Druck	Temperatur	Med. Dichte
Primärlasten	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Betrieb	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Fahrweise 1	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Fahrweise 2	0.00 bar(ü)	20.0 °C	1000.0 kg/m³
Druckprobe	35.75 bar(ü)	20.0 °C	1000.0 kg/m³
Montage	0.00 bar(ü)	20.0 °C	0.0 kg/m³

Lastfall	Druck	Temperatur	Med. Dichte
Primärlasten	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Betrieb	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Fahrweise 1	0.00 bar(ü)	20.0 °C	1000.0 kg/m³
Fahrweise 2	25.00 bar(ü)	300.0 °C	1000.0 kg/m³
Druckprobe	35.75 bar(ü)	20.0 °C	1000.0 kg/m³
Montage	0.00 bar(ü)	20.0 °C	0.0 kg/m³

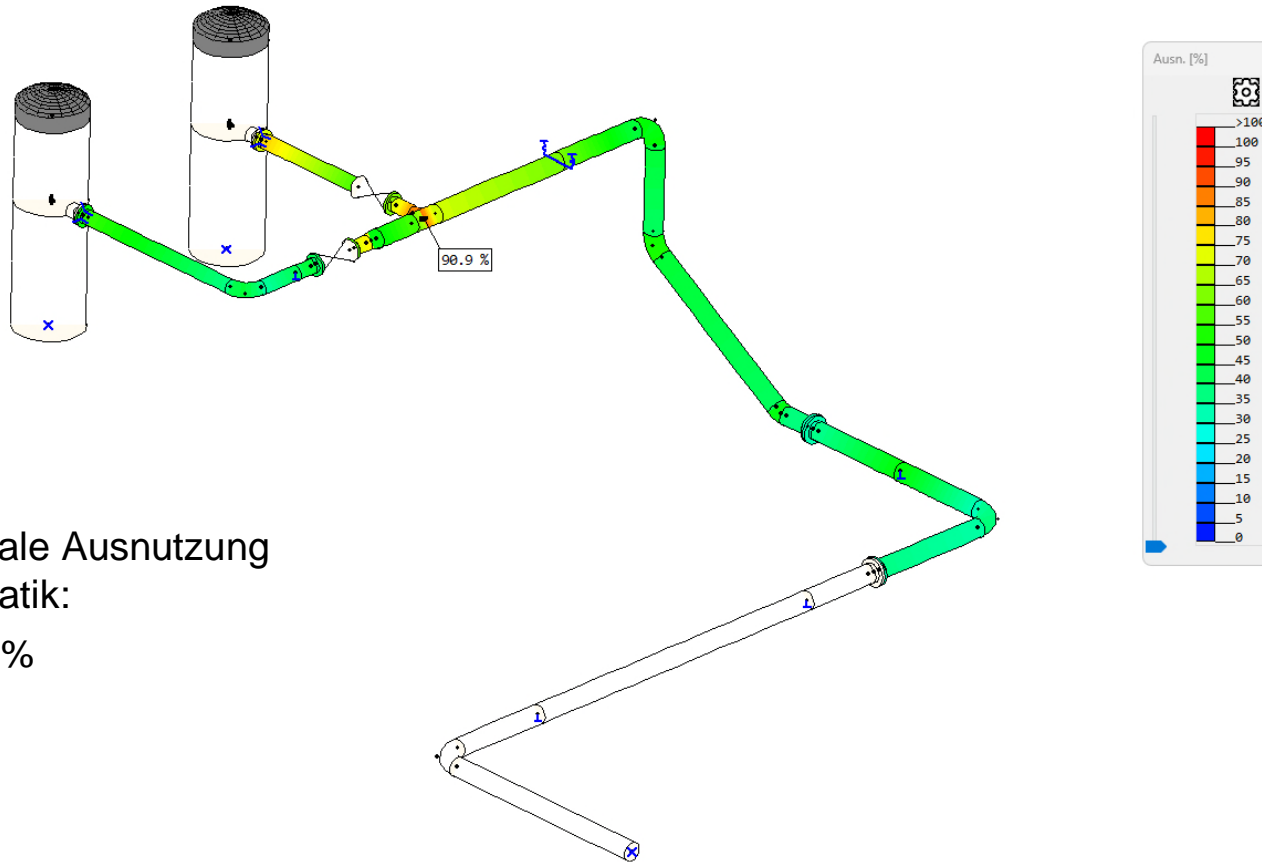
Knoten 31:

Name	QXa [kN]	QYa [kN]	QZa [kN]	MXa [kNm]	MYa [kNm]	MZa [kNm]
Primärlasten	0.012	0.098	-1.608	0.815	-0.131	0.039
Betrieb	2.754	3.498	-2.101	2.918	-1.176	4.385
Fahrweise 1	2.044	7.126	-2.007	2.331	-1.419	0.690
Fahrweise 2	2.325	0.059	-0.785	0.026	-0.577	6.270
Wind_X	1.173	0.145	-0.048	0.066	-0.006	1.123
Wind_Y	-0.602	3.447	0.444	-0.335	-0.073	-0.159
Erdbeben_X	1.981	0.554	-0.115	0.137	0.014	2.111
Erdbeben_Y	-0.903	5.033	0.963	-0.863	-0.251	-0.319
Erdbeben_Z	-0.006	-0.095	0.801	-0.956	-0.289	-0.030
Extremwert	4.930	12.190	-3.359	4.213	-1.802	8.406
Druckprobe	0.001	-0.068	-0.452	-0.583	-0.608	-0.013
Montage	-0.004	-0.135	-0.037	-1.181	-0.816	-0.035

Knoten 29:

Name	QXa [kN]	QYa [kN]	QZa [kN]	MXa [kNm]	MYa [kNm]	MZa [kNm]
Primärlasten	0.036	-0.073	-1.018	0.384	0.008	0.057
Betrieb	-2.219	-2.052	-3.273	5.276	-0.014	-4.543
Fahrweise 1	-0.650	-5.059	-1.112	1.059	-0.662	-3.424
Fahrweise 2	-2.240	0.840	-3.452	5.029	0.499	-3.080
Wind_X	0.698	-0.295	0.018	-0.030	0.011	0.832
Wind_Y	0.337	-0.904	0.030	-0.013	-0.019	0.484
Erdbeben_X	1.024	-0.789	0.023	-0.040	0.011	1.523
Erdbeben_Y	0.410	-0.902	-0.012	0.074	-0.056	0.576
Erdbeben_Z	-0.031	0.064	-0.028	0.198	-0.083	-0.048
Extremwert	-3.344	-6.260	-3.491	5.492	-0.762	-6.172
Druckprobe	-0.018	0.038	-0.972	0.611	-0.092	-0.027
Montage	-0.039	0.085	-1.100	0.797	-0.148	-0.062

Spannungen – LF Erdbeben



Maximale Ausnutzung
Rohrstatik:

➤ 90.9%

Belastungen – Unterschiede

Knoten 31:

Lastfall	QXa	QYa	QZa	MXa	MYa	MZa
Rechenlauf 1 Design	2,754	3,498	-2,101	2,918	-1,176	4,385
Inkl. Wind u. Erdbeben	4,930	12,190	-3,359	4,213	-1,802	8,406
Änderung	179%	348%	160%	144%	153%	192%

Knoten 29:

Lastfall	QXa	QYa	QZa	MXa	MYa	MZa
Rechenlauf 1 Design	-2,219	-2,052	-3,273	5,276	-0,014	-4,543
Inkl. Wind u. Erdbeben	-3,344	-6,260	-3,491	5,492	-0,762	-6,172
Änderung	151%	305%	107%	104%	5443%	136%

Übersicht Lastkombination

EN 1591-1:2024

- „Alle möglicherweise kritischen Belastungszustände müssen berechnet werden.“
- 14 Lastfälle inkl. 4 Lastfallgruppen, trotz quadratischer Überlagerung von LF Wind und LF Erdbeben
- INFO: LF Erdbeben 6 Lastkomponenten mit alternierenden Vorzeichen -> $2^6 = 64$ LF

Name	Typ	Operation	Lastfall	Lastfall 2	Lastfall 3
Wind-XY	LF	SRSS	Wind_X	Wind_Y	
Erdbeben-XYZ	LF	SRSS	Erdbeben_X	Erdbeben_Y	Erdbeben_Z
Primärlaste_OC0	LF	ADSI	Primärlasten	Wind-XY	
Primärlaste_OC1	LF	ADSI	Primärlasten	Erdbeben-XYZ	
Primärlasten+Oc	LFGR		Primärlaste_OC0	Primärlaste_OC1	
Betrieb_OC0	LF	ADSI	Betrieb	Wind-XY	
Betrieb_OC1	LF	ADSI	Betrieb	Erdbeben-XYZ	
Betrieb+Oc	LFGR		Betrieb_OC0	Betrieb_OC1	
Fahrweise 1_OC0	LF	ADSI	Fahrweise 1	Wind-XY	
Fahrweise 1_OC1	LF	ADSI	Fahrweise 1	Erdbeben-XYZ	
Fahrweise 1+Oc	LFGR		Fahrweise 1_OC0	Fahrweise 1_OC1	
Fahrweise 2_OC0	LF	ADSI	Fahrweise 2	Wind-XY	
Fahrweise 2_OC1	LF	ADSI	Fahrweise 2	Erdbeben-XYZ	
Fahrweise 2+Oc	LFGR		Fahrweise 2_OC0	Fahrweise 2_OC1	

Alle möglicherweise kritischen Belastungszustände

Weitere mögliche Lastfälle

- Setzung von Lagerungen, Stahlbau oder Behältern
- Ausblasen von Sicherheitsventilen
- Druckstoß
- Reinigung
- Zeitweiser Einsatz unterhalb der Montagetemperatur

Weitere besondere Betrachtungen

- Einsatz im Zeitstandsbereich (kriechen)
- Zyklische Belastungen
- Zyklisches, regelmäßiges Öffnen einer Flanschverbindung
- Einsatz bei Vakuum

Ergebnisse Flanschnachweis Rohrstatik

Flanschnachweise – Unterschiede

Ergebnisse Knoten 31 Rechenlauf 1 Design:

$M_{tnom} = 150,7 \text{ Nm}$

Lastfall	Flansch 1	Flansch 2	Schrauben	Dichtung
Montage	38,0 %	38,0 %	35,8 %	13,9 %
Primärlasten	87,7 %	87,7 %	44,1 %	10,6 %
Betrieb	96,7 %	96,7 %	45,2 %	7,6 %
Druckprobe	39,0 %	39,0 %	28,3 %	8,2 %

Flanschnachweise – Unterschiede

Ergebnisse Knoten 31 inkl. Wind und Erdbeben

Mtnom = 175,7Nm:

Lastfall	Flansch 1	Flansch 2	Schrauben	Dichtung
Montage	44,2 %	44,2 %	41,8 %	16,3 %
Primärlasten	96,0 %	96,0 %	49,0 %	12,2 %
Betrieb	104,2 %	104,2 %	49,6 %	9,1 %
Fahrweise 1	98,2 %	98,2 %	49,2 %	11,4 %
Fahrweise 2	59,4 %	59,4 %	55,1 %	10,6 %
Druckprobe	43,5 %	43,5 %	32,2 %	9,9 %
Primärlasten+Oc (Primärlaste_OC1)	99,6 %	99,6 %	49,3 %	10,8 %
Betrieb+Oc (Betrieb_OC1)	108,8 %	108,8 %	49,9 %	7,5 %
Fahrweise 1+Oc (Fahrweise 1_OC1)	101,8 %	101,8 %	49,4 %	10,0 %
Fahrweise 2+Oc (Fahrweise 2_OC1)	110,9 %	110,9 %	50,1 %	6,8 %

Flanschnachweise – Zusammenfassung

Lastfall / Belastung	Flansch 1	Flansch 2	Schrauben	Dichtung
EN 1092-1: P-/T-Rating	145,3 %	145,3 %	-	-
EN 1092-1: volle Last	102,6 %	102,6 %	44,9 %	5,7 %
EN 1092-1: abgeminderte Last*	89,4 %	89,4 %	40,5 %	6,5 %
DIN 2505V: 2 x Innendruck	85,6 %	85,6 %	39,8 %	9,5 %
AD-2000: Stutzenlasten S3/0	111,2 %	111,2 %	53,6 %	10,3 %
Max. Rohrstatik	110,9 %	110,9 %	50,1 %	16,3 %

* Die Belastung wurde im Verhältnis der zulässigen Spannung reduziert.

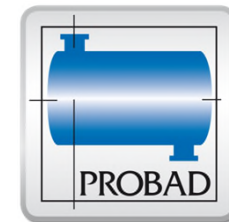
Verwendete Software

Verwendete Software

Rohrstatik – ROHR2 34.1
Spannungsanalyse nach EN 13480-3:2024



Flanschnachweis – PROBAD 2025
EN 1591-1:2024



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



www.rohr2.com

www.probad.com

www.sinetz.com