

Inhalt:

- 1 Geltungsbereich
- 2 Hinweise zur Benutzung
- 3 Berechnungsbeispiel
- 4 Anhang: Zeichnungen

Hinweis: Um das Berechnungsbeispiel in Übereinstimmung mit der Richtlinie 2210-1 zu halten, wurden die Bezeichnungen des **Abschnittes 4** und die entsprechenden Vorziffern komplett in das Beiblatt übernommen. Die nachfolgende Übersicht zeigt den Inhalt und den systematischen Aufbau des Berechnungsbeispiels.

- 4.1 Hydraulische Berechnungen
 - 4.1.1 Bestimmen des lichten Rohrdurchmessers
 - 4.1.2 Ermitteln der Durchflussgeschwindigkeit
 - 4.1.3 Hydraulische Kennwerte
 - 4.1.4 Ermitteln der hydraulischen Verluste
 - 4.1.4.1 Druckverlust in der geraden Rohrstrecke
 - 4.1.4.2 Druckverluste in Rohrformteilen
 - 4.1.4.3 Druckverluste an Verbindungsstellen
 - 4.1.4.4 Druckverluste in Armaturen
 - 4.1.4.5 Druckstöße
- 4.2 Festigkeitsberechnungen
 - 4.2.1 Bestimmen der Rohrwanddicke
 - 4.2.2 Bestimmen von Formteilmächtigkeiten
 - 4.2.3 Spannungsnachweis
 - 4.2.4 Dehnungsnachweis
- 4.3 Berechnungen zur Rohrverlegung
 - 4.3.1 Ermitteln von Längenänderungen
 - 4.3.2 Kompensation von Längenänderungen
 - 4.3.3 Festpunktbelastungen
 - 4.3.4 Rohrstützweiten
 - 4.3.5 Rohrführungsabstände

1 Geltungsbereich

Die Richtlinie DVS 2210-1 enthält Grundlagen zur Projektierung, Berechnung, Vorfertigung und Montage von oberirdisch verlegten Industrierohrleitungen aus thermoplastischen Kunststoffen. Der **Abschnitt 4** der Richtlinie befasst sich mit Berechnungen und gibt dazu die mathematischen Beziehungen (Gleichungen) vor.

Um den Anwender der Richtlinie bei der praxisbezogenen Nutzung der Gleichungen zu unterstützen, hat sich die Arbeitsgruppe W 4.3 a entschlossen, dazu ein Berechnungsbeispiel anzubieten.

Der Geltungsbereich des Berechnungsbeispiels beschränkt sich auf den der Richtlinie DVS 2210-1. Da für das Beispiel die Werkstoffkomponente PP-H (Typ 1) gewählt wurde, ist die unmittelbare Anwendung der Ergebnisse auf andere thermoplastische Kunststoffe nicht möglich.

Was die Eingabedaten angeht, so können analog der dargestellten Werte die Werte anderer Thermoplaste sinngemäß in die jeweilige Zeile der Berechnung übertragen werden. Für die richtige

Eingabe der Werkstoffdaten, Kennwerte und Benutzungsparameter sowie für die Interpretation von Vorgaben ist der Anwender verantwortlich.

2 Hinweise zur Benutzung

Die Darstellung der Berechnungsschritte wurde unter Verwendung von Spalten und Zeilen vorgenommen. Die gewählte Chronologie mit den zuerst genannten Eingabedaten und Stoffwerten soll beispielhaft dafür sein, wie eine Berechnung für ein Rohrsystem aussehen soll.

Soweit es möglich war, wurden die Berechnungsgänge strikt nach den in DVS 2210-1 enthaltenen Gleichungen und deren Reihenfolge durchgeführt. In allen Fällen, wo die Angaben zur jeweiligen Anwendung der Gleichungen nicht erschöpfend waren, wurden ergänzende Fußnoten oder Hinweise eingefügt. Zur Verdeutlichung der Hinweise sind diese optisch hervorgehoben.

2.1 Bedeutung der Spalten:**2.1.1 Spalte: „Abschnitt“**

Hier wird unmittelbarer Bezug auf den **Abschnitt 4** der Richtlinie 2210-1 genommen. Ist in dieser Spalte für eine Berechnungsschritte bzw. einen Berechnungsvorgang keine Ziffernkennung angegeben, so sind die Angaben aus anderen Quellen. Der entsprechende Quellenhinweis ist eingefügt.

2.1.2 Spalte: „Gleichung Nr.“

Ergänzung zur Spalte „Abschnitt“ wird die in DVS 2210-1 benutzte Nummer der jeweiligen Gleichung aufgeführt, was eine direkte Beziehung zu den Eingabewerten und den Einheiten ermöglicht.

Hinweis: Zur Vermeidung von Eingabefehlern wird die sorgfältige Durcharbeitung des Abschnittes 4, Richtlinie 2210-1, dringend empfohlen.

2.1.3 Spalte: „Index“

Zur Verdeutlichung, um welchen Vorgang es sich bei der jeweiligen Berechnungszeile handelt, wurden symbolische Bezeichnungen eingeführt. Die Symbole sind am Anfang des Berechnungsbeispiels erläutert.

2.1.4 Spalte: „Gegenstand“

Die Hauptspalte enthält den Berechnungstitel sowie Erläuterungen und Hinweise. Damit die Übersichtlichkeit der Berechnung nicht verlorengeht, wurden die Textpassagen kurz gefasst. Für den Fall, dass die Beschreibung unverständlich ist, wird das Nachlesen von Einzelheiten in der Richtlinie 2210-1 unter der jeweiligen Abschnittsziffer empfohlen.

Am rechten Spaltenrand sind an einigen Stellen der Berechnung Linien und Zeiger (Pfeile) eingefügt. Diese geben einen Hinweis, zu welchen Größen innerhalb eines Berechnungsabschnittes Zusammenhänge bestehen.

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Die Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Fügen von Kunststoffen“

2.1.5 Spalte: „Kurzzeichen“

In dieser Spalte befinden sich die Kurzzeichen für Gleichungsparameter, Abmessungen, technische und physikalische Größen und dgl. Die Bedeutung der Kurzzeichen ist im **Abschnitt 11** der Richtlinie 2210-1 erläutert.

Sofern im Rahmen von ergänzenden Berechnungen oder Nebenrechnungen Kurzzeichen Anwendung finden, welche noch nicht in der Richtlinie 2210-1 erläutert wurden, sind diese unter der nachfolgenden Ziffer 2.2 zusammengefasst.

Hinweis: Bezüglich der in DVS 2210-1 und im Berechnungsbeispiel verwendeten Kurzzeichen ist zu bemerken, dass sich im Rahmen der europäischen Normung diverse Änderungen in der Nomenklatur ergeben haben. So wird beispielsweise für den Außendurchmesser eines Rohres statt da – de und für die Wanddicke s – e geschrieben.

Es soll nicht Aufgabe des Berechnungsbeispiels sein, sich an der aktuellen Nomenklatur zu orientieren, sondern dem Anwender Hilfestellung zu geben. Es bleibt dem Nutzer der Richtlinie 2210-1 und des Berechnungsbeispiels im Beiblatt 1 vorbehalten, sich der jeweils genormten bzw. der gebräuchlichen Kurzzeichen zu bedienen.

2.1.6 Spalten „Eingabe, Ergebnis und Einheit“

Diese Spalten sind selbsterklärend, da sie den wesentlichen Inhalt der Berechnung enthalten. Wichtig für den Anwender ist, dass bei den Eingaben in die jeweilige Gleichung oder Nebenrechnung die Einheit der Eingabegrößen beachtet wird. Angaben dazu sind den Hinweisen bei den Gleichungen in der Richtlinie 2210-1 zu entnehmen.

2.2 Kurzzeichen und ihre Erläuterung

Das Berechnungsbeispiel enthält Kurzzeichen, welche bereits im Abschnitt 11 der Richtlinie 2210-1 erläutert wurden. Nachfolgend sind Begriffe aufgeführt, welche neu hinzugekommen sind und sich nicht aus dem Text erklären lassen.

Symbol, Kurzzeichen	Einheit	Benennung
empf	–	empfohlene Größe
erf	–	erforderliche Größe
geo	m	geodätisch
rechn	–	rechnerische Größe
vorh	–	vorhandene Größe
n	Stück	Anzahl
q	N/m (N/mm)	spezifische Gewichtslast
Δ	–	Differenz
Indizes		
F		Führung
LA		Längenabstand
LD		Lebensdauer
Z		Zulassung

3 Berechnungsbeispiel

Basis: Richtlinie DVS 2210-1 (Ausgabe 2007)

Allgemeindaten:

Rohrsystem: Oberirdisch verlegte Rohrleitung in einem Betriebsgebäude

Werkstoff: PP-H (Typ 1)

Darstellung des Rohrleitungsverlaufs: Siehe Isometrie im Anhang

Erläuterung:

- 1) Sofern keine Angaben zu den Belastungszyklen gemacht werden, ist die maximale Betriebstemperatur bei der Dimensionierung zu berücksichtigen.
- 2) zur Festlegung der Werkstoffkennwerte.
- 3) einschlägigen Zuschlag für U-Kompensatoren, da deren Abmessungen rechnerisch zu bestimmen sind.

Betriebliche Belastungen:

Durchflusstoff: Chemieabwasser mit geringen Lösemittelanteilen

maximale Betriebstemperatur:	max T_B	40 °C
minimale Betriebstemperatur:	min T_B	2 °C
rechnerische Betriebstemperatur ¹⁾ :	rechn T_B	40 °C
rechnerische Temperaturdifferenz:	$\Delta\vartheta$	20 K
rechnerische Standzeit ²⁾ :	t_{LD}	25 Jahre

Hydraulische Daten der Rohrleitung:

Förderdruck der Pumpen:	p	4,0 bar
Fördervolumen je Pumpe:	V'_z	120 m ³ /h
Anzahl der Pumpen:	n_p	3 Stück
Durchflussvolumen der Rohrleitung:	V'	120 m ³ /h

Geometrische Daten der Rohrleitung:

Systemlänge der Rohrleitung gemäß Isometrie im Anhang ³⁾ :	s_{ges}	1220 m
max Höhenunterschied zwischen Pumpen- und Rohrachse:	geod H	6,0 m
Anzahl der Rohrbogen in der Hauptleitung:	n_{RF}	27 Stück
Anzahl Zuläufe (T-Stücke): Zulaufnennweite = DN 100:	n_{RF}	3 Stück
Anzahl Reduktionen:	n_{RF}	0 Stück
Anzahl Schweißnahte:	n_{RV}	275 Stück
Anzahl Absperrarmaturen (Membranventile):	n_{RA}	3 Stück
Anzahl Rückschlagklappen:	n_{RA}	3 Stück

Verlegespezifische Daten der Rohrleitung:

Abstände der Rohrstützungen im Gebäude:	L_A	2000 mm
Rohrleitungslänge mit freier Ausdehnung in das Klärbecken:	L_{Δ}	49 m
Rohrleitungslänge mit Kompensation durch U-Bogen:	L_{Δ}	380 m
maximale Einspannung der Rohrleitung zwischen Festpunkten:		teilweise
zulässige Festpunktbelastung im Leitungsabschnitt auf Stahlkonstruktion:	zul F_{FP}	10 kN
mittlere Verlegetemperatur (Montagetemperatur):	T_M	20 °C
Fügeverfahren:		Heizelementstumpfschweißen

Stoffwerte:

Dichte des Durchflusstoffes: (Wichte $\gamma = \rho \cdot g$ [N/m ³]):	ρ	1000 kg/m ³
kinematische Zähigkeit des Durchflusstoffes:	ν	1,00E-06 m ² /s