

Schutzrohrberechnung

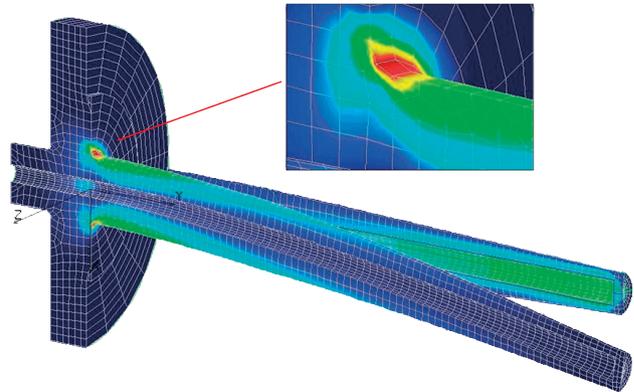
WIKA Datenblatt IN 00.15

Anwendungen

- Die Schutzrohrberechnung dient zum rechnerischen Nachweis der Festigkeit hinsichtlich der statischen und dynamischen Belastung unter Berücksichtigung der Betriebstemperatur und des Betriebsdrucks.

Leistungsmerkmale

- Schutzrohrberechnung nach ASME PTC 19.3 TW-2016 für Standardschutzrohre aus Vollmaterial als Ingenieursdienstleistung
- Bei Überschreitung der zulässigen Belastungsgrenzen können Vorschläge zur konstruktiven Änderung des Schutzrohres abgeleitet werden



FEM-Darstellung eines angeströmten Schutzrohres mit Spannungsdarstellung an der Spitze und in der Wurzel

Beschreibung

Die Schutzrohrberechnung nach ASME PTC 19.3 TW-2016 findet bei Schutzrohren aus massivem gebohrtem Stangenmaterial in konischer, gerader oder gestufter Ausführung wie z. B. bei den Typen TW10, TW15, TW20, TW25 und TW30 sowie bei geschmiedeten einteiligen Schutzrohren Verwendung.

Die benötigten Prozessdaten zur Durchführung einer Berechnung nach ASME PTC 19.3 TW-2016 sind:

	SI-Einheit	Imperial	Weitere
Durchflussrate	m/s	ft/s	---
Mediumsdichte	kg/m ³	lb/ft ³	---
Temperatur	°C	°F	---
Druck	bar	psi	---
Dynamische Viskosität ¹⁾	mm ² /s	ft/1000s	cP

1) Optional für ASME PTC 19.3 TW-2016

WIKA garantiert, dass die Berechnung auf den Grundlagen der ASME PTC 19.3 TW-2016 durchgeführt wird. Der Endanwender ist dafür verantwortlich, dass die reellen Prozessdaten mit denen der Berechnung zugrunde liegenden übereinstimmen. Im Allgemeinen kann von WIKA keine Gewährleistung für die Berechnung der Ergebnisse nach ASME PTC 19.3 TW-2016 übernommen werden. Die Ergebnisse haben informativen Charakter.

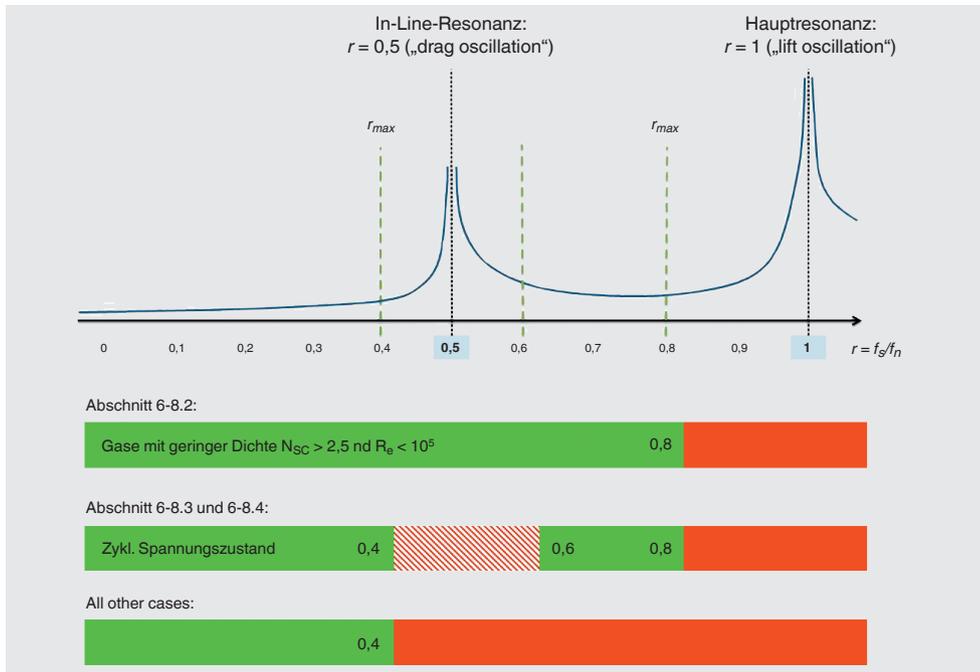
Für Vorschläge hinsichtlich konstruktiver Änderungen bei Überschreitung der zulässigen Belastungsgrenzen werden zusätzlich folgende Informationen benötigt:

- Innendurchmesser des Stutzens
- Höhe des Stutzens (abgeschirmte Länge)
- Innendurchmesser und Wandstärke der Rohrleitung/des Behälters

Basisinformationen über ASME PTC 19.3 TW-2016

Die ASME PTC 19.3 TW-2016 unterteilt sich in dynamische und statische Berechnungsergebnisse.

Bei Gasen mit geringer Dichte beträgt die Frequenzgrenze typischerweise $r_{max} = 0,8$. Bei anderen gasförmigen Medien ist ein gleichbleibender Betrieb im Bereich zwischen $r = 0,4 \dots 0,6$ um die In-Line-Resonanz herum nicht zulässig. Bei flüssigen Medien kommt in vielen Anwendungen typischerweise die neu eingeführte Grenzfrequenz $r_{max} = 0,4$ für die In-Line-Resonanz zur Anwendung.



Die Bewertung der dynamischen Ergebnisse erfolgt über den Dämpfungsfaktor N_{SC} (die Scruton-Nummer N_{SC} hat einen direkten Bezug zu dem zulässigen Frequenzverhältnis r_{max} von Erregerfrequenz f_g zu Eigenfrequenz f_n). Vereinfacht ist für gasförmige Medien ein charakteristischer Wert $N_{SC} > 2,5$; Flüssigkeiten besitzen typischerweise einen $N_{SC} < 2,5$.

Die Scruton-Nummer N_{SC} hängt bei der Berechnung vom intrinsischen Dämpfungsfaktor, der Dichte des Schutzrohrmaterials, dem Prozessmedium sowie dem Spitzen- und Bohrungsdurchmesser des Schutzrohrs ab.

Ob auch bei flüssigen Prozessmedien das Frequenzverhältnis $r < 0,8$ als Bewertungsgrenze herangezogen werden kann, wird durch Betrachtung der zulässigen Spannungen im Schutzrohrwerkstoff zu den tatsächlichen Spannungen im Resonanzfall entschieden. Zusätzlich erfolgt eine Bewertung der Festigkeit des Schutzrohrwerkstoffes bezüglich der Biegewechselbeanspruchung (fatigue stress) im Bereich der Einspannung des Schutzrohres.

Die statischen Ergebnisse der ASME PTC 19.3 TW-2016 werden erstellt aus dem maximal zulässigen Prozessdruck (abhängig von der Prozesstemperatur und den Geometriedaten des Schutzrohres) und der Biegespannung im Bereich der Schutzrohrwurzel. Die Biegespannung, die durch die Anströmung des Schutzrohres verursacht wird, ist abhängig von der abgeschirmten Länge durch den Flanschutzen.

Lösungen bei Überschreitung des zulässigen Frequenzverhältnisses r_{\max} durch konstruktive Änderungen

Bei Überschreitung der maximal zulässigen Grenzfrequenz r_{\max} für die „In-Line“- oder Hauptresonanz können folgende konstruktive Änderungen vorgenommen werden:

a) Verkürzen der Einbaulänge

Dies ist die effektivste und von der ASME PTC 19.3 TW-2016 empfohlene Methode zur Verbesserung des Frequenzverhältnisses r .

b) Vergrößern des Wurzeldurchmessers

Durch Vergrößerung des Wurzeldurchmessers wird die Eigenfrequenz f_n reduziert und damit das Frequenzverhältnis r optimiert.

c) Vergrößern des Spitzendurchmessers

Durch Vergrößerung des Spitzendurchmessers wird die Wirbelablösungsfrequenz f_s reduziert und damit das Frequenzverhältnis r optimiert.

d) Stützanker

Stützanker bzw. andere Stützvorrichtungen sind im Geltungsbereich der Norm nicht enthalten. Eine Abstützung des Schutzrohres durch einen Stützanker wird nicht generell empfohlen, da eine feste Stütze nur mit einer Interferenz zwischen dem Stützanker und dem eingebauten Rohr, siehe ASME PTC 19.3 TW-2016, Punkte 6-7-(e), erzielt werden kann. Auf Kundenwunsch kann ein Stützanker zur Anwendung kommen und so ausgelegt werden, dass eine Interferenz mit dem Prozessanschluss gewährleistet ist. Die Ausführung des Schutzrohres entspricht den Konstruktions- und Berechnungskriterien der ASME PTC 19.3 TW-2016, die jedoch nicht im Geltungsbereich der ASME PTC 19.3 TW-2016 enthalten sind. Der Betreiber ist für die stabile Abstützung des Ankers im Stutzen verantwortlich, was bedeuten kann, dass der Anker nachbearbeitet werden muss. Eine Gewährleistung für Stützankerlösungen wird generell durch WIKA nicht übernommen!

e) ScrutonWell®-Design

Das ScrutonWell®-Design kann für einteilige Schutzrohre mit Flanschanschluss, Vanstone-Ausführung und auch für geschweißte oder geschraubte Prozessanschlüsse eingesetzt werden. Dieses Design ermöglicht die einfache und schnelle Montage des Schutzrohres ohne teuren und zeitintensiven Nachbereitungsaufwand vor Ort, und reduziert zugleich die Schwingungsamplitude um mehr als 90 % ¹⁾. Das ScrutonWell®-Design von WIKA wurde durch die unabhängigen Labore TÜV SÜD NEL (Glasgow) sowie dem Institut für Mechanik und Fluidynamik (Technische Universität Freiberg) getestet und erprobt.

Nähere Informationen siehe Datenblatt SP 05.16.

Berechnung des ScrutonWell®-Designs nach ASME PTC 19.3 TW-2016

- Maximal zulässige Druckbelastung in Bezug auf ursprüngliche Tauchschaftabmessungen
- Maximal zulässige Biegebelastung in Bezug auf modifizierte Tauchschaftabmessungen
- Der dynamische Teil ist bei den Berechnungen für das Schutzrohr nicht erforderlich, da die Schwingungsamplitude um mehr als 90 % gedämpft wird



Schutzrohr Typ TW10 im ScrutonWell®-Design

ASME PTC 19.3 TW-2016 ist für mehrteilige Schutzrohre (in geschweißter Ausführung) nicht anwendbar. Um Berechnungen nach Dittrich/Klotter für mehrteilige Schutzrohre zu erhalten, bitte Kontakt mit einem WIKA-Mitarbeiter aufnehmen.

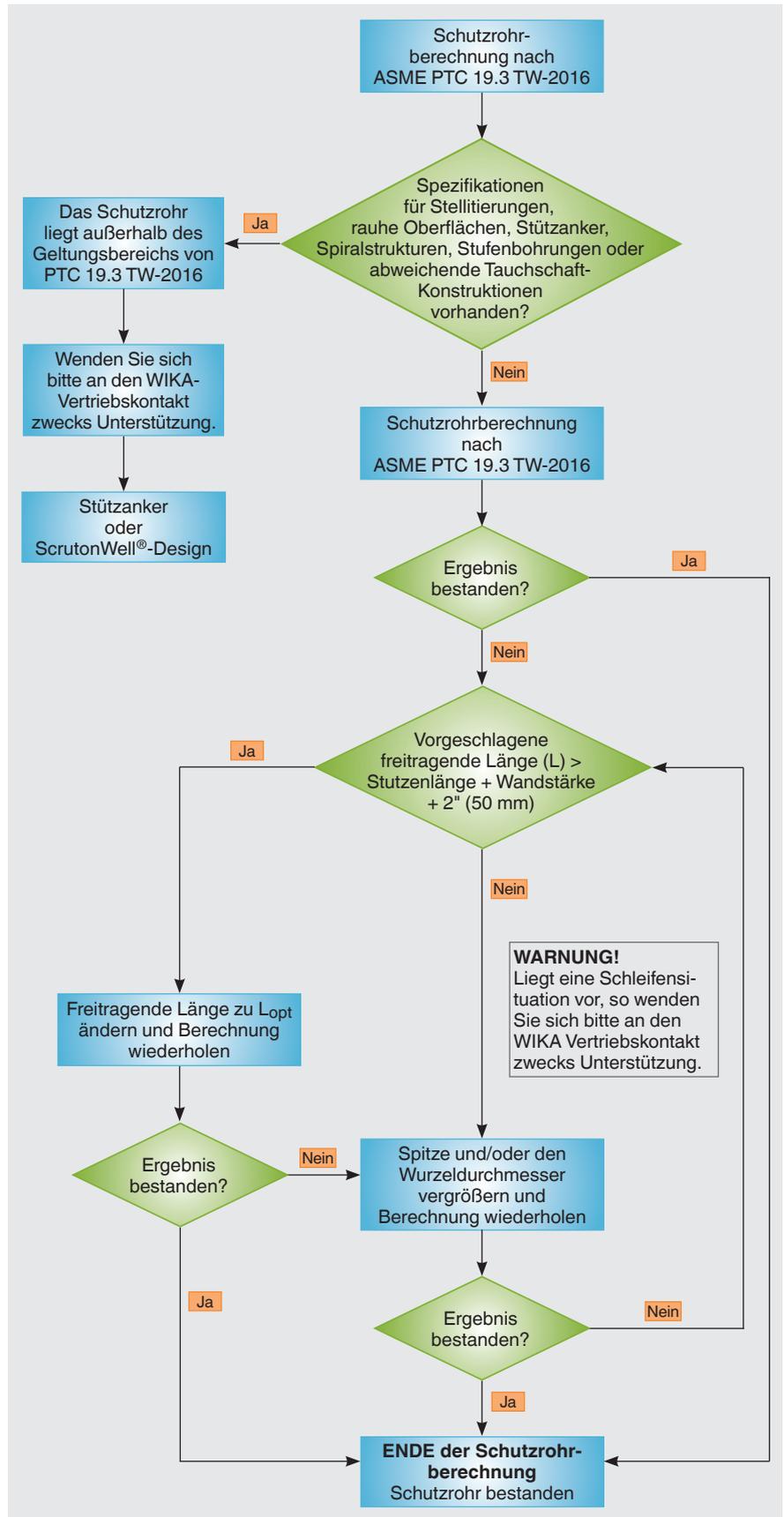
1) Journal of Offshore and Mechanics and Arctic Engineering Nov 2011, Ausgabe 133/041102-1, Herausgeber: ASME

Durchführung einer Standard-Schutzrohrberechnung nach ASME PTC 19.3 TW-2016

Das vereinfachte Flussdiagramm zeigt die schrittweise Durchführung einer Standard-Schutzrohrberechnung nach ASME PTC 19.3 TW-2016. Das Diagramm gilt nur für Abweichungen vom Frequenzverhältnis. Eine komplette Liste möglicher Fehlercodes ist aus der WIKA-Betriebsanleitung ersichtlich.

Aufgrund unterschiedlicher Schutzrohrauslegungen in Verbindung mit verschiedenen Prozessparametern kann dieses Standardverfahren nicht bei allen Schutzrohrberechnungen angewandt werden.

Wird mit dem dargestellten Verfahren kein gutes Ergebnis erzielt, wenden Sie sich an den WIKA-Vertriebskontakt zwecks Unterstützung, da in diesem Fall möglicherweise eine spezifische technische Lösung erforderlich ist.



Konstruktionsangaben

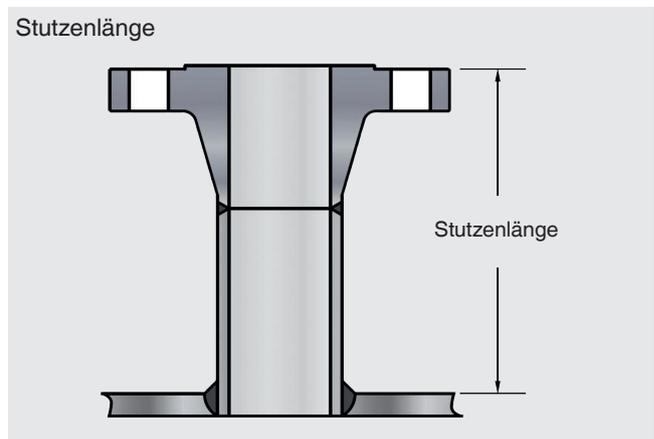
Position des ersten Stützankers festlegen

Die Position des Schutzrohr-Stützankers wird wie folgt berechnet: Stutzenlänge – 1" (25,4 mm)

Zum Beispiel:

Stutzenlänge 14" (355,6 mm). Der 1. Stützanker befindet sich 13" (330,2 mm) von der Flanschfläche.

Die Stutzenlänge ist definiert als die Länge vom Außendurchmesser des Rohrs/der Rohrleitung bis zur Höhe des Stutzens (Flanschfläche oder Fassung, usw.)



Anzahl und Position der Stützanker festlegen

Beträgt die Position des 1. Stützankers nur 5" (127 mm), so ist nur ein Stützanker erforderlich.

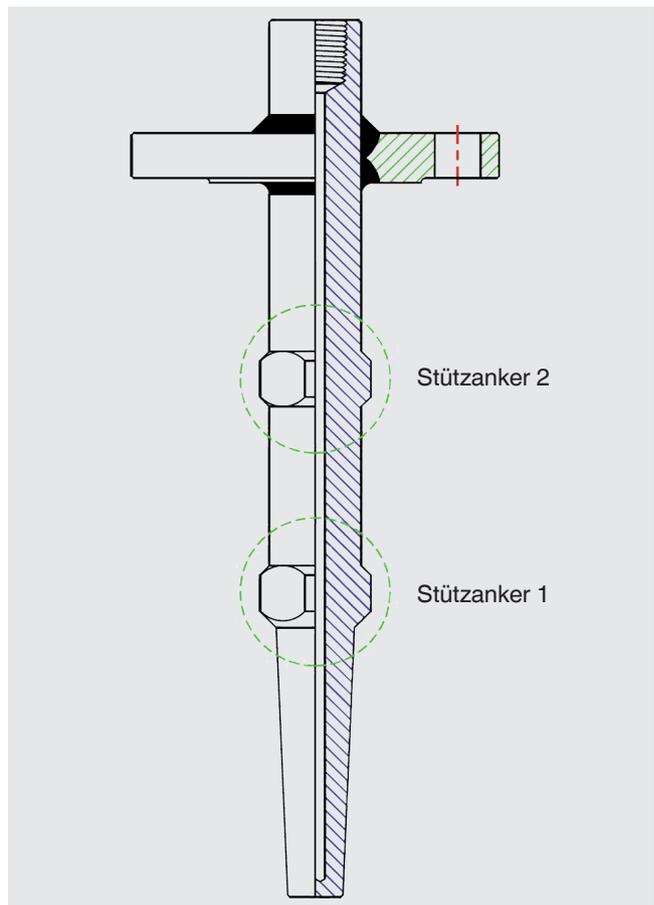
Beträgt die Position des 1. Stützankers 5" (127 mm) oder mehr, so ist ein 2. Stützanker an der Position des 1. Stützankers geteilt durch zwei erforderlich. Bei einer Stutzenlänge von mehr als 30" (762 mm) wenden Sie sich bitte an Ihren WIKA-Vertriebsvertreter.

Beispiel Nr. 1 – Zwei Stützanker

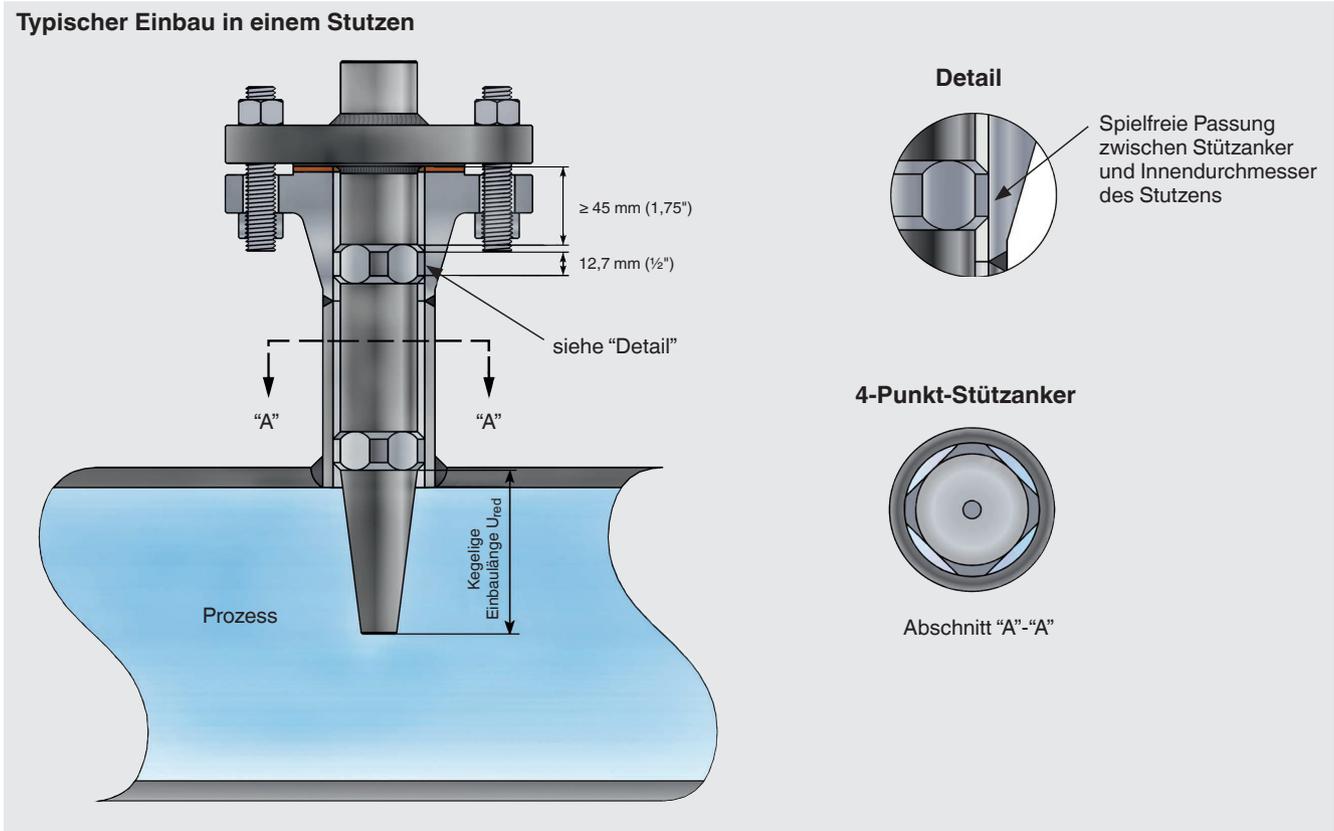
Die Stutzenlänge beträgt 14" (356 mm). Stützanker 1 befindet sich bei $14" (356 \text{ mm}) - 1" (25,4 \text{ mm}) = 13" (330 \text{ mm})$. Da diese Zahl größer als 5" (127 mm) ist, sind zwei Stützanker erforderlich. Also $13" (330 \text{ mm}) / 2 = 6,5" (165 \text{ mm})$. Stützanker 2 befindet sich bei 6,5" (165 mm).

Beispiel Nr. 2 – Ein Stützanker

Die Stutzenlänge beträgt 4,5" (114 mm). Stützanker 1 befindet sich bei $4,5" (114 \text{ mm}) - 1" (25,4 \text{ mm}) = 3,5" (89 \text{ mm})$. Da diese Zahl kleiner als 5" (127 mm) ist, ist ein Stützanker erforderlich.



Typischer Einbau in einem Stutzen



Bestimmung des Außendurchmessers des Stützankers anhand der Rohrgröße und der Rohrklasse

NPS	UOM	Außendurchmesser des Stützankers						
		SCH.10	SCH.40	SCH.STD	SCH.80	SCH.XS	SCH.160	SCH.XXS
1"	inch	1,107	1,059	1,059	0,967	0,967	0,825	0,609
	mm	28,1	26,9	26,9	24,6	24,6	21,0	15,5
1 1/2"	inch	1,692	1,620	1,620	1,510	1,510	1,348	1,110
	mm	43,0	41,1	41,1	38,4	38,4	34,2	28,2
2"	inch	2,167	2,077	2,077	1,949	1,949	1,697	1,513
	mm	55,0	52,8	52,8	49,5	49,5	43,1	38,4

Bestimmung des vorgeschlagenen maximalen Wurzeldurchmessers anhand der Stutzengröße und der Rohrklasse

NPS	UOM	Vorgeschlagener Wurzeldurchmesser am Stützanker						
		SCH.10	SCH.40	SCH.STD	SCH.80	SCH.XS	SCH.160	SCH.XXS
1"	inch	0,938	0,875	0,875	0,813	0,813	0,688	0,500
	mm	23,8	22,2	22,2	20,6	20,6	17,5	12,7
1 1/2"	inch	1,500	1,375	1,375	1,250	1,250	1,125	1,000
	mm	38,1	34,9	34,9	31,8	31,8	28,6	25,4
2"	inch	1,875	1,750	1,750	1,625	1,625	1,500	1,250
	mm	47,6	44,5	44,5	41,3	41,3	38,1	31,8

Konstruktionsvorgaben nach ASME PTC 19.3 TW-2016

Beschreibung	Kegelige und gerade Form		Gestufte Form	
	Minimal	Maximal	Minimal	Maximal
Einbaulänge L	63,5 mm (2,5")	609,6 mm (24")	127 mm (5")	609,6 mm (24")
Bohrungsdurchmesser d	3,175 mm (0,125")	20,9 mm (0,825")	6,1 mm (0,24")	6,7 mm (0,265")
Spitzendurchmesser B	9,2 mm (0,36")	46,5 mm (1,83")	-	-
Konusverhältnis B/A	0,58	1	-	-
Stufenverhältnis B/A für B = 12,7 mm	-	-	0,5	0,8
Stufenverhältnis B/A für B = 22,2 mm	-	-	0,583	0,875
Bohrungsverhältnis d/B	0,16	0,71	-	-
Querschnittsverhältnis L/B	2	-	2	-
Längenverhältnis Ls/L	-	-	0	0,6
Min. Wandstärke (B-D)/d	3 mm (0,12")	-	3 mm (0,12")	-

Kennzeichnung	nach ASME PTC 19.3 TW-2016	in WIKA-Datenblättern
Einbaulänge	L	U
Bohrungsdurchmesser	d	B
Spitzendurchmesser	B	V
Wurzeldurchmesser	A	Q

Liegen die Schutzrohrabmessungen aufgrund von Kundenvorgaben oder speziellen Anwendungsfällen außerhalb der Vorgaben der ASME PTC 19.3 TW-2016, haben die Berechnungsergebnisse nur informativen Charakter. Eine Gewährleistung kann aus diesem Grund durch WIKA nicht übernommen werden.

Bereitstellung von Berechnungsdaten

In der folgenden Tabelle wird beispielhaft dargestellt, wie für eine weitere Bearbeitung durch WIKA die Prozess- und Geometriedaten auf elektronischem Weg als Excel-Tabelle bereitgestellt werden sollten.

Beispieltabelle mit Berechnungsdaten für 6 Messstellen

Tag-Nr.	T	P	v	rho	Dyn. Viskosität in cP	Typ	Abmessungen in mm							Werkstoff (EN)
	in °C	in bar	in m/s	in kg/m ³			L	Ø d	Ø A	Ø B	Tt	NID	NL	
TW-0301	220	1,5	23,6	2,4	0,013	TW10	250	8,5	25	19	6,4	38,3	220	1.4435
TW-0303	220	1,5	25,7	2,0	0,017	TW10	250	8,5	25	19	6,4	38,3	220	1.4435
TW-0305	235	10	19,6	6,1	0,015	TW10	250	8,5	25	19	6,4	38,3	220	1.4435
TW-0307	220	10	13	8,9	0,014	TW10	355	8,5	25	19	6,4	38,3	220	1.4571
TW-0309	235	30	8,9	28,3	0,013	TW10	355	8,5	25	19	6,4	38,3	220	1.4571
TW-0311	400	31,5	31,9	10,1	0,017	TW10	355	8,5	25	19	6,4	38,3	220	1.4571

Legende

Tag-Nr.	Messstellen-Nr.	L	Einbaulänge	NID	Innendurchmesser des Stützens
T	Temperatur	Ø d	Bohrung	NL	Stützenlänge
P	Druck	Ø A	Wurzeldurchmesser	Typ	WIKA-Schutzrohrtyp
v	Strömungsgeschwindigkeit	Ø B	Spitzendurchmesser		
rho	Dichte des Prozessmediums	Tt	Bodenstärke		

© 03/2004 WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG, alle Rechte vorbehalten.
Die in diesem Dokument beschriebenen Geräte entsprechen in ihren technischen Daten dem derzeitigen Stand der Technik.
Änderungen und den Austausch von Werkstoffen behalten wir uns vor.

