



Berücksichtigung von Stutzenlasten an Apparaten in verfahrenstechnischen Anlagen

70-0093

Kompetenzcenter Mechanik und Verfahrenstechnik

Ersatz für Ausg. 06.08

Diese Guideline Technik wurde durch folgende Unternehmen erarbeitet:

BASF AG
 Bayer Technology Services GmbH
 Evonik Degussa AG
 Peter & Partner Ingenieurgesellschaft
 LII Europe GmbH jetzt Akzo Nobel Industrial Chemicals GmbH
 Linde AG
 Lurgi AG

Inhalt

1	Anwendungsbereich	1
2	Normative Verweisungen	2
3	Symbole und Einheiten	2
4	Allgemeines	3
5	Konstruktionsgrundsätze	3
6	Rechnerische Nachweise	4
6.1	Lastrichtungen.....	4
6.2	Spannungsbewertung	4
6.3	Lokaler Spannungsnachweis	4
6.4	Globaler Nachweis	5
7	Stutzenlast-Tabelle	5
8	Stutzenlast-Angaben auf Zeichnungen	6

Zu dieser Guideline Technik gehören Anhang 1 bis 3.

1 Anwendungsbereich

Nachstehende Anforderungen beziehen sich nur auf die Berücksichtigung der Stutzenlasten an Apparaten aus metallischen Werkstoffen in verfahrenstechnischen Anlagen unter statischer Belastung (z. B. *i. d. R. keine Rührwerksstutzen*)¹. Die Stutzenlasten sind sowohl bei dem rechnerischen Nachweis der lokalen Spannungen (siehe Abschnitt 6.3) als auch bei dem globalen Nachweis (siehe Abschnitt 6.4) zu berücksichtigen.

Die Konstruktionsgrundsätze dieser Guideline Technik (siehe Abschnitt 5) sind für alle Rohrleitungs-Anschlussstutzen, unabhängig von deren Nenndurchmesser, einzuhalten.

Die in dieser Guideline Technik geforderten rechnerischen Nachweise sind nur für Stutzen erforderlich, die vom Auftraggeber in der Apparatespezifikation entsprechend bezeichnet sind.

Diese Guideline Technik ist nicht anzuwenden auf Druckbehälter-Sonderbauformen wie z. B. Plattenwärmetauscher, Graphitwärmetauscher, emaillierte Apparate, Tanke oder Luftkühler. Der Nachweis der Stutzenlasten dieser Apparate muss gesondert geführt werden.

*Diese Guideline Technik ist generell nicht auf Stutzen anzuwenden, auf die keine Zusatzlasten wirken, wie z. B. Mannlöcher, Kopflöcher, Temperaturmessstutzen etc.*¹

¹ Abweichend von der gemeinsamen Fassung

Industriepark Höchst 65926 Frankfurt am Main	IGR-Verlag Guidelines Technik	Ausgabe	Dez 09	erstellt: Rücker geprüft: Bern	Fortsetzung Seite 2 bis 6
-------------------------------------------------	------------------------------------------------	---------	--------	-----------------------------------	------------------------------

Im Vorfeld der Bestellung sollte ein "Stützengespräch" stattfinden, in dem alle Teilnehmer (z. B. Planer, Konstrukteure, Berechner, Sachverständige) gemeinsam festlegen, für welche Stützen eines Apparates und in welcher Weise Stützensatzlasten zu berücksichtigen sind (z. B. durch Anwendung dieser Guideline Technik).¹

2 Normative Verweisungen

Diese Guideline Technik enthält durch Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen, diese sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert und nachstehend aufgeführt.

AD 2000	AD 2000-Regelwerk
ASME-Code	ASME Boiler and Pressure Vessel Code
ASME B16.5	Rohrflansche und Flanschfittings: NPS 1/2 bis 24 Metrisch/Inch Standard
ASME B16.47	Stahlflansche mit großem Durchmesser – NPS 26 bis NPS 60; metrische/Zoll-Norm
DIN EN 1092-1	Flansche und ihre Verbindungen - Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet - Teil 1: Stahlflansche
DIN EN 13445-3	Unbefeuerte Druckbehälter - Teil 3: Konstruktion
BS PD 5500	Specification for Unfired fusion welded pressure vessels

Weitere Publikationen

K. R. Wichman, A. G. Hopper, J. L. Mershon

Local stresses in spherical cylindrical shells due to external loadings, Welding Research Council Bulletin 107, Welding Research Council, New York

J. L. Mershon, K. Mokhtarian, G. V. Ranjan, E. C. Rodabaugh, Local stresses in cylindrical shells due to external loadings on nozzles, Welding Research Council Bulletin 297, Welding Research Council, New York

3 Symbole und Einheiten

Symbole	Bedeutung	Einheit
a	Abstand des Nachweisortes vom Verschneidungspunkt, auf Stützenachse gemessen	mm
d_G	Wirksamer Dichtungsdurchmesser (konservativ: mittlerer Dichtungsdurchmesser)	mm
F_{xib}, F_{yib}, F_{zi}	Stützenkräfte eines Einzelstützens, bezogen auf globales Koordinatensystem	N
$F_{xTi}, F_{yTi}, F_{zTi}$	Transformierte Stützenkräfte, Einzelstützen, bezogen auf globales Koordinatensystem	N
F_{xT}, F_{yT}, F_{zT}	Quadratisch überlagerte Stützenkräfte, bezogen auf globales Koordinatensystem	N
F_Z	Zusatzkraft	N
K	Lochkreisdurchmesser	
K_e	Effektiver Lochkreisdurchmesser	mm
M	Resultierendes Biegemoment	Nm
M_1	Moment in Richtung 1; bei Kugeln	Nm
M_2	Moment in Richtung 2; bei Kugeln	Nm
M_C	Umfangsmoment bei Zylindern	Nm
M_L	Längsmoment bei Zylindern	Nm
M_T	Torsionsmoment	Nm
M_{xib}, M_{yib}, M_{zi}	Stützenmomente eines Einzelstützens, bezogen auf globales Koordinatensystem	Nm
$M_{xTi}, M_{yTi}, M_{zTi}$	Transformierte Stützenmomente, Einzelstützen, bezogen auf globales Koordinatensystem	Nm
M_{xT}, M_{yT}, M_{zT}	Quadratisch überlagerte Stützenmomente, bezogen auf globales Koordinatensystem	Nm
n_B	Schraubenanzahl	---
P	Last in Stützenlängsrichtung	N
p_{eq}	Äquivalenter Innendruck aus Zusatzkraft	N/mm^2
p_s	Maximal zulässiger Druck (Überdruck)	N/mm^2

¹ siehe Seite 1

Symbole	Bedeutung	Einheit
P_{Rating}	Rating-Druck für Flansch bei Berechnungstemperatur	N/mm ²
$s_{s.min}$	Mindest-Stutzenwanddicke	mm
V_1	Querkraft in Richtung 1; bei Kugeln	N
V_2	Querkraft in Richtung 2; bei Kugeln	N
V_C	Querkraft in Zylinder-Umfangsrichtung	N
V_L	Querkraft in Zylinder-Längsrichtung	N
x, y, z	Koordinaten des Lastangriffspunktes, bezogen auf das globale Koordinatensystem	mm

Index	Bedeutung
T	Transformierte Last (z.B. $M_{L,T}$ = transformiertes Längsmoment bei Zylindern)

4 Allgemeines

In dieser Guideline Technik wird beschrieben, welche rechnerischen Nachweise zu führen sind.

Nur für Stutzen, die gemäß Vorgabe (Anfrage und Bestellung) höhere Festigkeitsreserven benötigen, sind Nachweise zu führen. Dies erfolgt durch Berücksichtigung von Lasten gemäß Tabelle 1.

Der Auftraggeber muss sicherstellen, dass die im Zuge der Rohrleitungsplanung berechneten tatsächlichen Lasten nicht höher sind als Lasten nach Tabelle 1 oder es ist durch nachträgliche Stutzenberechnungen nachzuweisen, dass die Forderungen des Regelwerkes eingehalten werden.

Für besonders kritische Apparate oder Rohrleitungen (z. B. größere Nenndurchmesser>Lasten, als in Tabelle 1 enthalten, teure Sonderwerkstoffe) ermittelt der Auftraggeber die bei der Festigkeitsauslegung zu berücksichtigenden Lasten und gibt diese in der Apparatespezifikation an.

In diesem Fall sind diese Lasten vom Apparatehersteller und dem Rohrleitungsplaner bei der Planung zu berücksichtigen.

In der Apparatezeichnung sind die Stutzenlasten für die vom Auftraggeber vorgegebenen Stutzen tabellarisch aufzuführen (Muster siehe Abschnitt 8).

Bei Nenndurchmessern < DN 50 wird davon ausgegangen, dass die Lasten aus den Rohrleitungsanschlüssen vernachlässigbar sind.

5 Konstruktionsgrundsätze

- Festlegungen des anzuwendenden Regelwerkes sind stets einzuhalten.
- Falls für einen Stutzen keine zusätzlichen Lasten angegeben werden, muss die Innendruckauslegung mit einem um 10 % erhöhten Innendruck erfolgen, wobei eine eventuell notwendige Verstärkung in der Grundschale und/oder im Stutzen vorgenommen werden muss (aus AD 2000)¹.
- Die Stutzenwanddicke darf nicht kleiner sein als der größere der beiden folgenden Werte:
 - Mindestdicke nach anzuwendendem Regelwerk
 - 0,5 x Grundkörperwanddicke¹

~~Nach Vereinbarung In Abstimmung mit dem Besteller darf davon nur abgewichen werden, wenn der rechnerische Nachweis nach der Finiten Elemente Methode erfolgt.~~¹

- Das Verhältnis der ausgeführten Stutzen-/Mantel-Wanddicke darf den Wert 1,6 nicht überschreiten. ~~Bei scheibenförmig verstärkten Stutzen wird die Summe aus Grundkörper- und Scheibendicke als Mantel-Wanddicke in obige Formel eingesetzt.~~¹

¹ siehe Seite 1

6 Rechnerische Nachweise

Alle Nachweise müssen mit Wanddicken abzüglich aller Zuschläge (z. B. Minustoleranzen) durchgeführt werden.

6.1 Lastrichtungen

Alle Lastangaben dieser Spezifikation beziehen sich auf den Verschneidungspunkt zwischen Stützen und Grundkörper (außen) und die in Bild 1 angegebenen Bezeichnungen.

Das Koordinatensystem gilt immer lokal zum Stutzen.

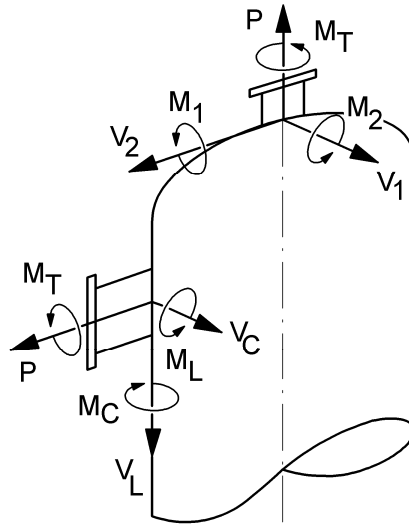


Bild 1 — Lastrichtung der Stützenlasten

6.2 Spannungsbewertung

Die Bewertung der für das einzelne Bauteil (z. B. Flansch, Tragelement, Verbindung Stützenrohr/Schale) ermittelten Spannungen muss nach dem jeweils anzuwendenden Regelwerk erfolgen (z. B. nach AD 2000, DIN EN 13445-3 oder ASME-Code).

6.3 Lokaler Spannungsnachweis

Der lokale Spannungsnachweis bezieht sich auf die Bauteile des Stutzens und dessen Anschluss zum Grundkörper.

Für die Nachweise sind, sofern nicht anders angegeben, alle Stützenlasten und der Innendruck zu berücksichtigen.

Für Punkte außerhalb des Verschneidungspunktes (z. B. Flanschanschluss) kann eine Transformation der Lasten vorgenommen werden.

Der lokale Spannungsnachweis ist für folgende Bauteile, soweit vorhanden, durchzuführen:

- Stützenflansch*verbindung*¹, falls mindestens eine der folgenden Bedingungen zutrifft
 - der Flansch entspricht nicht DIN EN 1092-1, Typ 11 bzw. ASME B16.5 oder ASME B16.47/B
 - Nenndurchmesser > DN 1000
 - die Stützenlasten sind größer als in Tabelle 1 angegeben.
- Stützenanschluss zum Grundkörper

¹ siehe Seite 1

6.4 Globaler Nachweis

Der globale Nachweis berücksichtigt die Auswirkung der Stutzenlasten auf den gesamten Apparat und dessen Tragkonstruktionen. Dabei muss ggf. die Überlagerung der Lasten aus mehreren Stutzen berücksichtigt werden. Stutzenlasten, die auf andere Weise aufgenommen werden (z. B. ein auf Konsolen gelagertes Brüdenrohr) sind hier nicht zu berücksichtigen.

Der globale Nachweis umfasst sowohl Spannungs- als auch Stabilitätsnachweise.

Falls bei einem Apparat für mehrere Stutzen Zusatzlasten zu berücksichtigen sind, ist für den globalen Nachweis die Überlagerung dieser Lasten wie folgt vorzunehmen:

- Stutzenlasten, die vom Auftraggeber mit ihren korrekten Vorzeichen angegeben sind, müssen vorzeichengerecht berücksichtigt werden.
- Stutzenlasten nach Tabelle 1 sind durch quadratische Überlagerung zu berücksichtigen (siehe Guideline Technik 70-0093 Anhang 2).

Die so ermittelten Schnittgrößen aller Stutzen sind zu summieren. Die Schnittgrößen aus quadratisch überlagerten Lasten sind sowohl mit positivem als auch negativem Vorzeichen den Schnittgrößen aus Lasten mit korrektem Vorzeichen zu überlagern.

Die Schnittgrößen aus den Stutzenlasten sind stets mit den Schnittgrößen aus gleichzeitig wirkenden anderen Lasten zu kombinieren.

7 Stutzenlast-Tabelle

Die in Tabelle 1 angegebenen Lasten beziehen sich auf den Verschneidungspunkt zwischen Stutzen und Grundkörper (außen) und können auch in die entgegengesetzte Richtung wirken.

Tabelle 1 — Stutzenlasten für Apparatstutzen und Rohrleitungen^{*, **, *}**

DN	P	V _L	V _C	M _L	M _C	M _T
	V ₁	V ₂	M ₁	M ₂		
[N]			[Nm]			
50	2300	3100	2300	500	400	800
80	3500	4100	3000	1400	900	1800
100	4300	4800	3500	2100	1400	2600
150	6700	6800	4800	4000	2600	4800
200	9500	9300	6300	6400	4200	7300
250	12600	12200	8000	9100	6100	10200
300	16200	15500	9800	12200	8300	13400
350	20100	19300	11900	15700	10900	16900
400	24300	23400	14000	19600	13800	20900
450	29000	28000	16400	23900	17000	25200
500	34000	33000	18900	28500	20500	29800
600	45200	44300	24500	39000	28600	40100
700	57900	57200	30700	51000	38000	51800
800	72100	71800	37600	64600	48700	65000
900	87700	88100	45200	79700	60600	79600
1000	104900	106100	53500	96300	73900	95500

* Flansche nach DIN EN 1092-1, Entwurf April 2005, ASME B16.5-2003 oder ASME B16.47/B-1996

** Beim Einsatz von Flanschen nach ASME B16.5 und ASME B16.47/B können sich, abhängig vom Rating und der eingesetzten Dichtung, andere Lasten ergeben. Diese sind zwischen Auftraggeber und Hersteller zu vereinbaren.

*** Eine in US-Einheiten umgerechnete Tabelle befindet sich in Anhang 3 – Tabelle 2

8 Stutzenlast-Angaben auf Zeichnungen

Für alle Stutzen, bei denen äußere Stutzenlasten zu berücksichtigen sind, sind auf der Zeichnung die Lasten anzugeben (Muster siehe Tabelle 2).

Die o. g. Lasten sind an der Verschneidungsstelle von Stutzenrohr und Behälterschale anzusetzen. Ist bei FE-Berechnungen nur eine Eingabe von Lasten am Stutzenende möglich, sind die obigen Lasten bei einer fiktiven Stutzenlänge von 100 mm einzusetzen.

Für Stutzen in Böden¹, innerhalb von 0,6 x D_a, gilt:

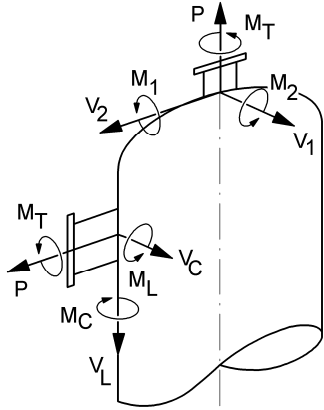
$$F_R = (F_{long}^2 + F_{circum}^2)^{0,5}$$

$$M_R = (M_{long}^2 + M_{circum}^2)^{0,5}$$

Ggf. notwendige Verstärkungen am Stutzenausschnitt sind, sofern technisch möglich und vom jeweils anzuwendenden Regelwerk erlaubt, vorzugsweise mit Verstärkungsscheiben und/oder dickerem Stutzenrohr auszuführen.

Falls sich im Zuge der Apparateauslegung durch den Hersteller herausstellt, dass wegen der Stutzenlasten die Behälterschale dicker ausgeführt werden muss, ist der Auftraggeber anzusprechen, um das weitere Vorgehen festzulegen.

Tabelle 2 — Stutzenlasten-Angaben auf Zeichnungen

	Stutzen	P	V _L	V _C	M _L	M _C	M _T
		N			Nm		
	N1						
N2							
:							
:							
:							
:							

Frühere Ausgaben

70-0093: 03.07, 06.07, 06.08

Änderungen

Gegenüber der letzten Ausgabe wurden folgende Änderungen vorgenommen

- a) Abschnitt 4 – im Absatz 2 Tabelle 2 auf Tabelle 1 geändert
- b) Normative Verweisungen aktualisiert
- c) redaktionell überarbeitet

¹ siehe Seite 1