

Zur Konstruktion von Rechteckflanschen im Druckbehälterbau

von Theo von Reth, Mannheim

Bei Rechteckflanschen an Druckbehältern ist zwischen Hersteller und Überwacher eine Vereinbarung über die Berechnung notwendig, zu der der vorliegende Beitrag Anregung geben soll.

Das Widerstandsmoment eines runden Flansches setzt sich zusammen aus dem der Torsion entgegenwirkenden Widerstandsmoment des Flanschrandes und dem der Biegung entgegenwirkenden Widerstandsmoment des Flanschhalses. Bei den üblichen Konstruktionen ist das Widerstandsmoment des Flanschrandes wesentlich größer als das des Flanschhalses. Dies erklärt auch, weshalb ein Losflansch nur wenig dicker sein muß als ein Aufschweißflansch gleichen Durchmessers.

Bei einem Rechteckflansch ist das Widerstandsmoment des Flanschrandes in der Mitte der langen Rechteckseite vernachlässigbar klein. Durch das auftretende Drehmoment, hervorgerufen durch den Innendruck und die diesem entgegenwirkende Schraubenkraft, erfährt der Flanschrand eine Beanspruchung auf Torsion. Mit zunehmender Entfernung des Kraftangriffes von der Einspannung wird die plastische Verformung so groß, daß die Dichtung nicht mehr anliegt. An dieser Stelle muß deshalb das Widerstandsmoment des Flanschhalses so groß sein, daß die Verformung des Flansches nicht größer wird als es zum Dichthalten erforderlich ist. Bei höheren Drücken ergeben sich damit Wanddicken, die zu nicht praktikablen Konstruktionen führen.

Bei Verwendung durchgehender Dichtungen tritt kein Verwinden des Flansches ein, sie sind aber für niedrige Drücke geeignet. Oberhalb etwa 6 atü wird aber die zu ihrer Vorverformung notwendige Kraft so groß, daß andere Lösungen zu suchen sind. Man könnte den Flanschrand auf der Außenseite mit einer Leiste versehen, die etwa so dick ist wie die Dichtung. Dadurch wäre sichergestellt, daß er sich nicht mehr verdrehen kann. Andererseits wird aber die Schraubenkraft im Verhältnis der Hebelarme erhöht, d.h. praktisch etwa verdoppelt. Die Konstruktion würde Schraubendurchmesser erfordern, die sich bei höheren Drücken auf der zur Verfügung stehenden Fläche nicht mehr unterbringen ließen.

Ein Weg zur Erhöhung des Widerstandsmomentes des Flanschhalses ist das Aufschweißen von Trägern auf der Innenseite des Flansches oder das Einschweißen von Rippen zwischen Flanschrand und Behälterwandung. Hierdurch treten aber zusätzliche Spannungsspitzen auf, deren Berechnung einen Zeitaufwand erfordert, der in keinem wirtschaftlich vertretbaren Verhältnis zur Konstruktion des Behälterteiles steht. Auch das Einschweißen von Zugankern, die in einem Winkel von 90° der Schraubenkraft entgegenwirken, ist problematisch, da die Längenänderung des Zugankers genau die gleiche sein muss wie die Längenänderung der Schrauben.

Als einfachste Lösung bietet sich an Rechteckflansche metallisch auf dem Gegenflansch oder der Rohrplatte aufliegen zu lassen und die Dichtung in einer Nut unterzubringen. (z.B. O-Ringe); bei höheren Temperaturen kann die "Metall-O-Ring-Dichtung" eingesetzt werden, die sich in der amerikanischen Raumfahrt und in der Kerntechnik bewährt hat.

Bei dieser Konstruktion wird der Flanschhals lediglich auf Zug beansprucht und im Flanschrand tritt keine Verdrehung, sondern reine Biegung auf. Dies bedeutet wesentlich geringerer Wanddicken als bei einem auf Verdrehung beanspruchten Flansch. Die Schraubenkräfte bleiben ebenfalls etwas kleiner, da die Vorverformung für die vorgeschlagenen Dichtungen kleiner ist als bei den üblichen Flachdichtungen. Ein weiterer Vorteil tritt bei Wärmeaustauschern auf, da in diesem Fall durch den festaufliegenden Flansch der Durchbiegung der Rohrplatte entgegengewirkt wird.

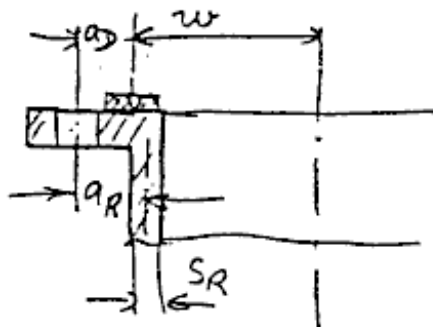
Zur Berechnung der Dicke des Flanschrandes kann bei dieser Konstruktion die nachstehende Gleichung dienen. Die Bezeichnungen sind der DIN 2505 entnommen.

$$h^2 = \frac{t}{t - d_L} \cdot \left[\frac{6p \cdot S}{100K} (w \cdot a_R + 1,2k_1 \cdot a_D) - s_R^2 \right]$$

t = Entfernung zwischen den Schrauben

w = Entfernung von Mitte Dichtung bis zur Mittellinie des Flansches (auf kleine Seite des Rechtecks bezogen)

p = Druck in bar



bei durchgehender
Dichtung: $a_D = 0$