

## ● Technische Information



## ● Montage von Dichtverbindungen – Dichtung und Schrauben

### Montage runder Flanschen

Diese Information gibt Hilfestellung für die richtige Montage von Dichtungen und Schrauben in Flanschverbindungen/geschraubte Dichtverbindungen.

Für genormte Verbindungen gilt, dass nur spezifizierte Dichtungen gleicher Nennweite und Druckstufe wie die der Flansche verwendet werden.

**Achtung, Sicherheitshinweis!** Von der vorgegebenen Dichtungsspezifikation darf auf keinem Fall abgewichen werden. Kommt es zu Versorgungsengpässen, darf ein möglicher Ersatz nur von der zuständigen Instandhaltungs-, Projekt- oder Betriebsleitung bestimmt werden. Dieses ist zu protokollieren.

**Achtung, Sicherheitshinweis!** In Systemen mit brandfördernden Fluiden, wie z.B. O<sub>2</sub> (Sauerstoff), dürfen nur, die von einem anerkannten Prüfinstitut, z.B. BAM, zugelassene nichtmetallische Dichtwerkstoffe, eingesetzt werden.

Zur Vereinfachung und Vermeidung von Verwechslungen können die Schrauben/Flansche für die Montagereihenfolge beschriftet werden. Es hat sich bewährt an der Stelle zu beginnen an der die Klaffung der Flansche, selbstverständlich im Rahmen des zulässigen, am größten ist. Hier beginnt man mit der Schraube Nummer 1. Die folgende Tabelle gibt die Reihenfolge der anzuziehenden Schrauben im Uhrzeigersinn vor (Tab.1).

**Tab.1: Bewährte Markierung der Montagereihenfolge von Schrauben an Flanschverbindungen**

Anzahl	Markierung im Uhrzeigersinn
4	1 3 2 4
8	1 5 3 7 2 6 4 8
12	1 5 11 3 7 9 2 6 12 4 8 10
16	1 9 5 13 3 11 7 15 2 10 6 14 4 12 8 16
20	1 13 5 9 17 3 15 7 11 19 2 14 6 10 18 4 16 8 12 20
24	1 9 17 5 21 13 3 11 19 7 23 15 2 10 18 6 22 14 4 12 20 8 24 16
28	1 21 5 13 25 9 17 3 23 7 15 27 11 19 2 22 6 26 14 10 18 4 24 8 16 28 12 20
32	1 17 9 21 5 25 13 29 3 19 11 23 7 27 15 31 2 18 10 22 6 26 14 30 4 20 12 24 8 28 16 32
36	1 25 9 17 29 5 33 13 23 3 27 11 19 31 7 35 15 21 2 26 10 18 30 6 34 14 24 4 28 12 20 32 8 36 16 22
40	1 25 9 17 29 5 33 13 23 37 3 27 11 19 31 7 35 15 21 39 2 26 10 18 30 6 34 14 24 38 4 28 12 20 32 8 36 16 22 40

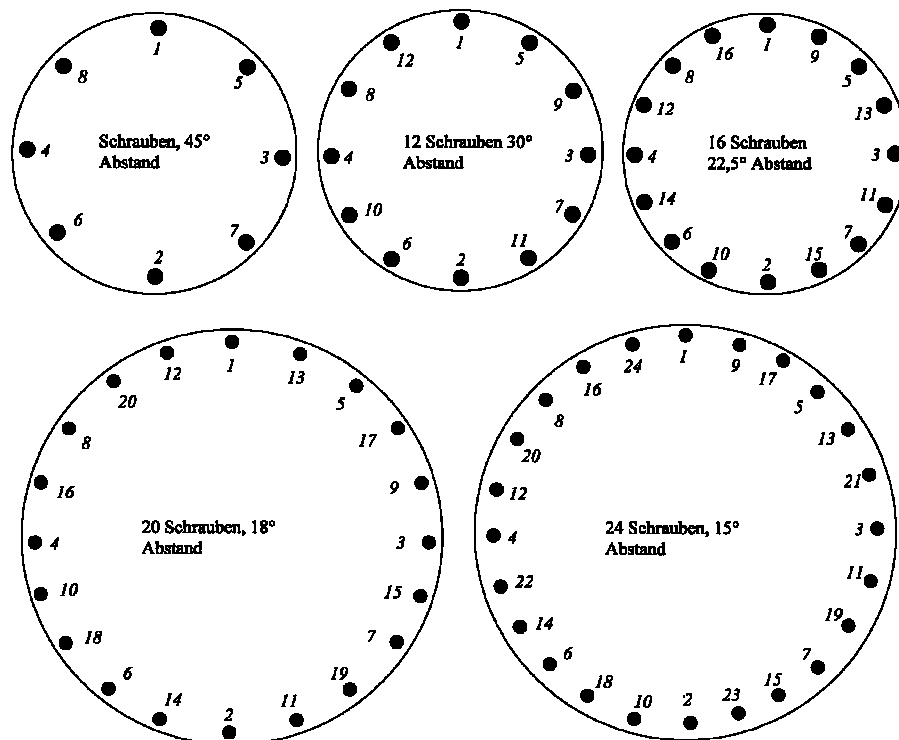
Die Flansche sind soweit zu spreizen, dass die Dichtung ohne Widerstand in die Flanschverbindung eingelegt werden kann. Damit die Flansche fluchten, sind bei vertikal ausgerichteten Flanschen im unteren Bereich die Schrauben einzuziehen, dann die Gewinde im Bereich des Sitzes der Mutter im montiertem Zustand zu fetten und die an der Auflagefläche gefetteten Muttern leicht vorzumontieren.

**Tipp:** Die Schraubengewinde erst nach dem Einschieben durch die Flanschlöcher fetten um eine Aufnahme von Schmutz oder anderen Partikeln in die Gewinde zu vermeiden.

Bei horizontal ausgerichteten Flächen sind auf der von Ihnen abgewandten Seite die Schrauben einzuziehen, dann die Gewinde im Bereich des Sitzes der Mutter im montiertem Zustand zu fetten und die an der Auflagefläche gefetteten Muttern leicht vorzumontieren. An den Schrauben wird die Dichtung zentriert. Das bedeutet, dass die Dichtung mit ihrem Außendurchmesser an den Schrauben anliegen muss. Nun werden die restlichen Schrauben in die noch freien Flanschbohrungen eingesetzt, gefettet und mit den an der Auflagefläche gefetteten Muttern montiert. Die Flanschblattspreizer oder andere Hilfsmittel, die die Flansche auseinander gedrückt halten, werden nun entfernt. Die Schrauben werden leicht überkreuz angezogen. Danach ist die ordnungsgemäße Einbaulage der Dichtung zu kontrollieren.

Sollten Flansche Klaffen oder deutlich mehr als eine Dichtungsdicke abstand haben sind die Schrauben mit max. 10 bis 20% des Montageanziehdrehmomentes anzuziehen, in die Flucht zu bringen. Anschließend ist die ordnungsgemäße Einbaulage zu überprüfen. Sind die Flansche so nicht beizuziehen, ist eine Verbesserungsmaßnahme erforderlich.

#### Muster zum kreuzweisen Anziehen der Schrauben



Bildquelle: Montageanweisung der ESA - European Sealing Association

Jetzt erfolgt das Anziehen der Schrauben in min. 6 Schritten. Es ergeben sich folgende Schritte:

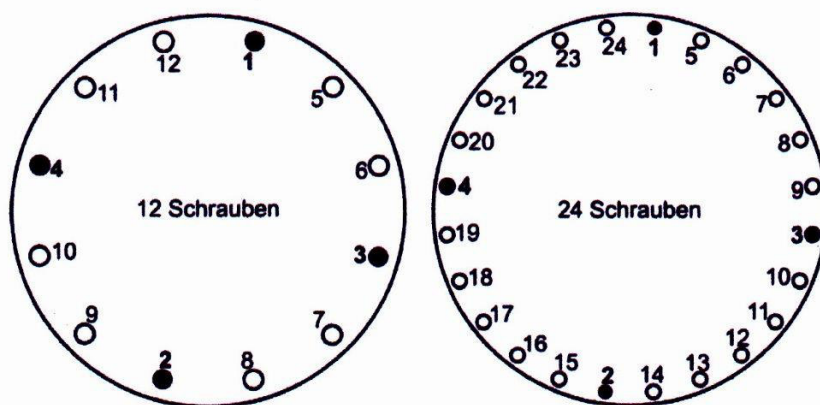
1. Schritt Vormontage mit 10% des Montageanziehdrehmomentes, einzelner Schrauben mit maximal 20% der Montageanziehdrehmomentes wenn zum Fügen erforderlich

2. Schritt Überprüfung der Parallelität der Flansche, Sitz der Dichtung
3. Schritt ca. 50% des Montage-Anziehdrehmomentes (über Kreuz)
4. Schritt ca. 75% des Montage-Anziehdrehmomentes (über Kreuz)
5. Schritt 100% des Montage-Anziehdrehmomentes (über Kreuz)
6. Schritt 100% des Montage-Anziehdrehmomentes (rundum) bis sich die Schrauben nicht mehr drehen

Bei Erreichen des 100%-Montage-Anziehdrehmomentes ist so oft rundum nachzuziehen, bis die Schrauben bei diesem Anziehdrehmoment sich nicht mehr weiterdrehen.

Bei großen Apparaten, Kolonnen usw. ist es sinnvoll, nach der Komplettmontage alle Flanschverbindungen (z.B. nach einigen Stunden oder am nächsten Tag) mit 100% Montage-Anziehdrehmoment noch einmal nachzuziehen. Insbesondere bei großen Flanschverbindungen ist ein gewisses „Setzen“ der Dichtungen zu beobachten.

**Alternatives Montageverfahren nach Leitfaden zur Montage von Flanschverbindungen in verfahrenstechnischen Anlagen (VCI – Verband der chemischen Industrie e.V., Ausgabe August 2011):**



Bildquelle: Montageanweisung des VCI

In folgenden Schritten soll angezogen werden:

1. Schritt 4 Schrauben mit 20% des Sollanzugsmomentes anziehen
2. Schritt Überprüfung der Parallelität der Flansche, Sitz der Dichtung
3. Schritt die 4 Schrauben mit 60% des Sollanzugsmomentes anziehen
4. Schritt die 4 Schrauben mit 110% des Sollanzugsmomentes anziehen
5. Schritt umlaufendes Anziehen der restlichen Schrauben mit 110%
6. Schritt Wiederholen des umlaufenden Nachziehens mit 110% bis sich die Schrauben nicht mehr drehen

Das Verfahren geht schneller und bringt mindestens das gleiche Montageergebnis. Anmerkung: bei Flanschverbindungen mit sehr vielen Schrauben kann es erforderlich sein zusätzliche Schrauben für die Schritte 1 bis 3 sinnvoll festzulegen. Ab einer Anzahl von 28 Schrauben sollten mit mindestens 8 und bei mehr als 50 mit mindestens 12 Schrauben begonnen werden.

### Montage rechteckiger Flanschverbindungen

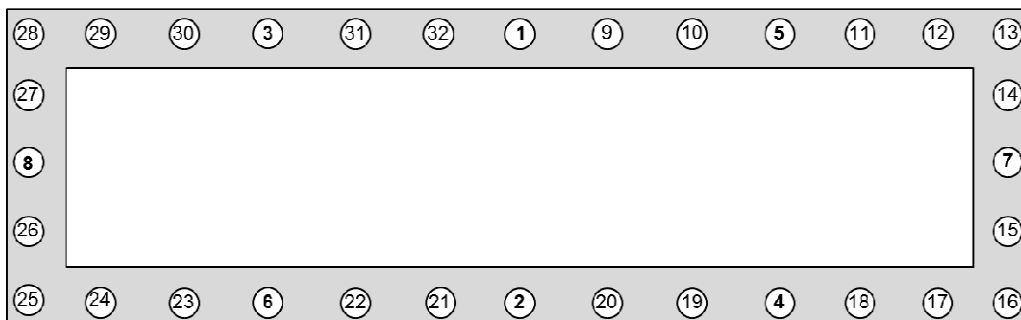
Bei der Montage rechteckiger Flanschverbindungen kann ähnlich wie beim vereinfachten Verfahren für runde Flansche vorgegangen werden. Es wird unterschieden in quadratische Form bzw. rechteckiger Form mit einem Längen-Breitenverhältnis bis maximal 2:1 (Abb.1) und langgestreckte rechteckige Form mit einem Längen-Breitenverhältnis größer 2:1 (Abb.2). Die empfohlene Montagereihenfolge wird in folgenden Abbildungen dargestellt.



**Abb.1 Montagereihenfolge an quadratischen und rechteckigen Flanschverbindungen mit einem Längen-Breitenverhältnis maximal 2:1**

Die Anzugsreihenfolge ist wie folgt:

1. Schritt     Anziehen der Schrauben 1 - 4 mit 10 bis 20 % des Nenndrehmoments
2. Schritt     Überprüfung der Planparallelität
3. Schritt     Anziehen der Schrauben 1 - 4 mit 60% des Nenndrehmoments
4. Schritt     Anziehen der Schrauben 1 - 4 mit 110% des Nenndrehmoments
5. Schritt     Anziehen der Schrauben 5 bis  $x^*$  mit 110 % des Nenndrehmoments
6. Schritt     Anziehen aller Schrauben mit 100 % des Nenndrehmoments von 1 bis  $x^*$  (\*  $x$  = Schraubenanzahl)
7. Schritt     Wiederholen des umlaufenden Nachziehens mit 110% bis sich die Schrauben nicht mehr drehen



**Abb.2: Montagereihenfolge an rechteckigen Flanschen mit einem Längen-Breitenverhältnis größer 2.1**

Die Anzugsreihenfolge ist wie folgt:

1. Schritt     Anziehen der Schrauben 1 - 8 mit 10 bis 20 % des Nenndrehmoments

2. Schritt Überprüfung der Planparallelität
3. Schritt Anziehen der Schrauben 1 - 8 mit 60% des Nenndrehmoments
4. Schritt Anziehen der Schrauben 1 - 8 mit 110% des Nenndrehmoments
5. Schritt Anziehen der Schrauben 9 bis  $x^*$  mit 110 % des Nenndrehmoments
6. Schritt Anziehen aller Schrauben mit 110 % des Nenndrehmoments von 1 bis  $x^*$  (\*  $x$  = Schraubenanzahl)
7. Schritt Wiederholen des umlaufenden Nachziehens mit 100% bis sich die Schrauben nicht mehr drehen

Anmerkung: bei Flanschverbindungen mit sehr vielen Schrauben kann es erforderlich sein zusätzliche Schrauben für die Schritte 1 bis 3 sinnvoll festzulegen.

### Montage ovaler Flanschverbindungen

Die Montage ovaler Flanschverbindungen kann in Anlehnung an die rechteckigen Verbindungen vorgenommen werden.

**Achtung, Sicherheitshinweis!** Ein Beiziehen der Flansche, z.B. bei nicht fluchtenden Flanschen mit eingebauter Dichtung, ist nicht zulässig. Es führt zur Zerstörung der Dichtung!!!!

**Achtung, Sicherheitshinweis!** Es dürfen keine Fette oder Schraubenpasten auf die Dichtungen oder die Dichtflächen aufgebracht werden!!!

**Achtung, Sicherheitshinweis!** Bei Verwendung von Dehnschrauben ist keine automatische Zentrierung an den Schraubenschäften möglich. Die Dichtung muss manuell ausgerichtet werden.

**Achtung, Sicherheitshinweis!** Es ist zu beachten, dass nach der Unfallverhütungsvorschrift UVV BGR 500 für schwere Arbeit ein maximales Gewicht von 40 kg pro Person gehoben werden darf. Schwere Werkzeuge sind mit entsprechender Personenzahl oder Kran zu heben.

**Achtung, Sicherheitshinweis!** Aus der UVV BRG 500 lässt sich ein maximal anzuwendendes Drehmoment von 400 Nm ableiten, während die Guidelines nach ASME PCC-1-2010 700 Nm zulassen.

**Tip:** Für größere Schrauben sollten andere Werkzeuge als Drehmomentschlüssel verwendet werden. Um die erforderlichen Kräfte aufzubringen können z. B. pneumatische oder hydraulische Drehmomentschrauber, besser hydraulische Spannzylinder oder Spannschrauben/-mutter verwendet werden. Auf unserer Homepage finden Sie hierzu unter Downloads ein Informationsposter.

**Tip:** Verwenden Sie eine metallurgisch unbedenkliche Schraubenpaste z.B. microGleit LP 475

Weitere interessante Informationen zu verschiedenen Themen finden Sie auf der Homepage [www.flangevalid.com](http://www.flangevalid.com). Zur technischen Beratung stehe ich Ihnen selbstverständlich gerne auch kurzfristig persönlich zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen aus Bremen  
Peter Thomsen

### Haftungsausschluss:

Die Inhalte der Regeln sind zum Teil zitiert, zum Teil in den Worten der Regeln wiedergegeben, die Anmerkungen und Auslegungen beruhen auf langjähriger Erfahrung, dienen der Entscheidungshilfe und begründen keinen Anspruch auf Gewährleistung.

© Peter Thomsen / flangevalid

Stand 20.08.2015