

Inhaltsverzeichnis

Impressum	II
Inhaltsverzeichnis	V
0. Vorwort	VII
1. Technische Philosophie flangevalid	1
1.1 Dichtungen	1
1.2 Schrauben	2
1.3 Flansche	2
1.4 System flangevalid	3
2. ASME PCC-1-2010 (Übersetzung mit Anmerkungen der Übersetzer)	5
Vorwort	7
Ausschüsse	9
Richtlinien für das Herstellen verschraubter, genormter Stahlflanschverbindungen	
1 Geltungsbereich	10
2 Einleitung	10
3 Schulung, Qualifikation und Zertifizierung von Monteuren	10
4 Reinigung und Untersuchung der Kontaktflächen von Flanschen und Befestigungsmitteln	10
5 Ausrichtung von Flanschverbindungen	13
6 Einbau der Dichtung	13
7 Schmierung der Kontaktflächen	16
8 Einbau von Schrauben	17
9 Nummerierung von Schrauben bei Montage mit Einzelwerkzeug	17
10 Anziehen der Schrauben	18
11 Montagereihenfolge bei Montage mit Einzelwerkzeug	23
12 Bestimmung des Montagedrehmoments	24
13 Testen der Verbindung auf Druck und Dichtheit	25
14 Aufzeichnungen	25
15 Demontage der Flanschverbindung	29
16 Quellen	30
ANHÄNGE	33
A Anmerkungen zur Eignungsprüfung von Flanschmonteuren	33
B Empfehlungen für die Qualifikation von Flanschverbindungsverfahren	34
C Empfohlene Beschaffenheit von Dichtkontaktflächen für verschiedene Dichtungstypen	35
D Richtlinien für die erforderliche Ebenheit und maximale Beschädigungen von Dichtflächen	36
E Richtlinien zum Ausrichten von Flanschverbindungen	41
F Alternative Anzugsreihenfolgen/ -muster	44
G Einsatz von spezialisierten Montageunternehmen für Flanschverbindungen	59
H Spannungsquerschnitt der Schrauben	60
I Interaktion während der Montage	61
J Berechnung des Montagedrehmoments	62
K Mutterfaktorberechnung des Montagedrehmoments	63
L Informationen zur Verschraubung von Flanschen nach ASME B16.5	64

M	Gebrauchsanleitung und Bestellspezifikation von Unterlegscheiben	65
N	Definition, Kommentar und Regeln zur Wiederverwendung von Schrauben	73
O	Bestimmung der Montagekraft von Schrauben	76
P	Anleitung zu Fehlerbehebung bei undichten Flanschverbindungen	90
3.	Technische Informationen	104
3.1	Normen für Flansche und Dichtungen	104
3.2	DICHTUNGEN	105
3.2.1	Auswahl der Dichtungen nach TRBS	105
3.2.2	Dichtungsauswahl zur Erfüllung der DGRL und des BImSchG (TA-Luft)	107
3.2.3	Dichtungskosten	110
3.3	SCHRAUBEN	114
3.3.1	Gewindebolzen (Vollschaftschrauben) oder Dehnschrauben	114
3.3.2	Verwendung von Schrauben der Festigkeitsklasse 5.6 und 8.8 in Druckgeräten	120
3.3.3	Schrauben und Muttern aus nichtrostenden Stählen	121
3.3.4	Metrische Schrauben in imperialen (zölligen) Flanschen z.B. nach ASME B16.5 (EN 1759-1)	122
3.3.5	Gewindeüberstand an Muttern	124
3.4	FLANSCHVERBINDUNGEN	126
3.4.1	Schwarz-Weiß-Verbindungen und Isolierflansche	126
3.4.2	Kunststoffflanschverbindungen hoch verspannt	129
3.4.3	Pressflanschverbindungen	133
3.5	Nutgeometrie für Dichtungen im Kraftnebenschluss	140
3.6	MONTAGE	147
3.6.1	Hilfsmittel, Trennmittel, Dichtpasten	147
3.6.2	Nachziehen von Dichtsystemen unter Druck und Temperatur	147
3.6.3	Überarbeitung von Flanschdichtflächen	149
3.6.4	Unterlegscheiben (U-Scheiben)	150
3.6.5	Unterlegscheiben (U-Scheiben)im Bereich von Druckgeräten	151
3.6.6	Anforderungen an das Verschrauben von Dichtverbindungen	154
3.6.7	Kontrolle verschraubter Verbindungen	161
3.6.8	Einfluss der Reibung auf das Montagedrehmoment	165
4.	REGELN/ VORSCHRIFTEN	166
4.1	Technische Rechtsbegriffe, Stand der Technik usw.	166
5.	Schlusswort	169

0. Vorwort

Die geschweißten Verbindungen sind sowohl im Verfahren, der Personalqualifizierung als auch in der Überprüfung exakt geregelt. Die übliche Montage verschraubter Dichtverbindungen wird über Jahrzehnte zum großen Teil mit Verfahren durchgeführt, die nicht den Anspruch an den Stand der Technik erfüllen. Während zum Beispiel in der Automobilindustrie die Anforderungen an Schraubverbindungen insbesondere durch den Verein Deutscher Ingenieure VDI mit der Einführung der VDI 2862 im Jahre 1999 genau geregelt wurde, wird eine Regelung für die Montage verschraubter Verbindungen an Druck tragenden Systemen oder Systeme die der Lagerung gefährlicher Stoffe dienen, Rohrleitungen, Armaturen und Apparate mit der Erarbeitung der VDI 2862-3 aktuell gearbeitet. Es geht insbesondere darum, die Anforderungen an Montage und Überwachung nach Gefährdungspotential des Systems festzulegen.

Bei verschraubten Dichtsystemen wird sich sehr häufig an die Anforderung der Dichtung orientiert. Die wichtigen Bauteile für die Einhaltung der Forderung nach auf Dauer technisch dichten Systemen sind die Schrauben/Muttern. Der Umgang mit diesen Bauteilen kann als „stiefmütterlich“ bezeichnet werden. So lange Dichtungen eingesetzt werden, die ein hohes Kriech-/Fließ-/Setzpotential haben scheint es auch keinen Sinn zu machen sorgfältig zu montieren, denn alle investierte Arbeit löst sich geradezu in Luft auf.

Schrauben werden nahezu willkürlich genutzt. Montage ohne Kontrolle, wie mit Maul- oder Ringschlüssel, Schlag-schlüssel oder pneumatisch oder hydraulischem diskontinuierlichen Schrauber (Würgeschrauber), sind üblich. Lediglich in Problemfällen setzen sich bessere Werkzeuge wie Drehmomentschlüssel, für Schrauben bis um etwa M30 bis M36, kontinuierliche Hydraulikschrauber, Dehnzylinder oder andere Spannsysteme, wie spezielle Vorspannschrauben/-Muttern für große Schrauben mehr und mehr durch. Schon die Auslegung der erforderlichen Vorspannkraft macht Probleme. Gleiche Schrauben werden mal mit 5-7%, ein anders mal mit 25-30% und dann wiederum mit 80-90% Streckgrenzauslastung montiert. Dies ist Ursache der Auslegung der Montage nach den Dichtungen und den Festigkeitsberechnungen, die durch die hohen Sicherheitsfaktoren zu niedrigen Drehmomenten kommen. Die Erkenntnis, dass ein Bolting-Up stattfinden muss und die Montage getrennt zu betrachten ist, setzt sich nur schleppend durch.

Unsachgemäß montierte Flanschverbindungen und nicht anforderungsgerechte Dichtungen sind Ursache für einen großen Teil der diffusen Emissionen aber häufig auch für Stör- und Unfälle. Die verursachten Schäden und Kosten sind sehr groß. Untersuchungen lassen auf jährlich bis zu einer Milliarde € schließen. Es ist nicht verwunderlich, dass die Aufsichtsbehörden eingreifen und mit gesetzlichen Regelungen reagieren. Die im Rahmen des Bundesimmissionschutzgesetzes BImSchG in 2001 eingeführte technische Anweisung zur Luftreinhaltung TA-Luft verlangt die Einhaltung von Mindestkriterien. Übrigens gibt es ähnliche Anforderungen, z.B. den Clean-Air-Act CAA schon seit Mitte der achtziger Jahre in den USA. Aktuell wird mit der VDI 2290 die Anforderung an die Qualifizierung des Montagepersonals, der rechnerische Nachweis der Dichtheit, die Forderung nach einer Montageverfahrensanweisung und systematischer Überprüfung der Montageergebnisse sowie deren Dokumentation gefordert.

Eine, allen Anforderungen gerechte, Verfahrensanweisung für die Montage von Dichtverbindungen habe wir für verschieden Anlagenbetreiber in den letzten Jahren erstellt. Sie basiert auf jahrzehntelanger Erfahrung und Berücksichtigt alle Anforderungen aller Gesetze und Vorschriften, gibt Warnhinweise und Tipps.

Anforderungen aus Gesetzen und Regelwerken an Flanschverbindungen sind so vielfältig wie unübersichtlich. Eine Hilfe für die Auswahl der anforderungskonformen Dichtung steht unter www.flangevalid.com mit einem interaktiven Dichtungsauswahlprogramm zur Verfügung.

Seit mehr als zwei Jahrzehnten haben wir Erfolge, wenn wir uns bei der Montage an Grundregeln halten, die nunmehr durch die ASME PCC-1-2010 bestätigt sind. Dies ist der Grund dafür, dass wir mit der ASME-Organisation Kontakt aufgenommen haben um eine deutsche Übersetzung zu erreichen. Es gilt zu beachten, dass diese Montagerichtlinie die Kriterien zum Stand der Technik erfüllt und angewendet werden kann.

Die ASME PCC-1-2010 erfüllt den § 9, Absatz 2, Position 2 der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) in Bezug auf Wartungs- und Umbauarbeiten an verschraubten Flanschverbindungen. Sie entspricht dem Stand der Technik.

Die ASME PCC-1-2010 erfüllt nicht die Forderung des Bundesimmissionsschutzgesetzes BImSchG und der TA-Luft an das Gebot der Emissionsminderung. Nur die Verwendung hochwertiger Dichtungen, die Ausnutzung möglicher Schraubenkräfte (siehe Philosophie flangevalid und die Ausführungen zu den Anforderungen an die Dichtungen an die Technischen Regeln zur Betriebssicherheit TRBS, der Druckgeräterichtlinie DGRL, das BImSchG und die TA-Luft) führen zur Erfüllung der Forderungen.

Peter Thomsen