

Inhaltsverzeichnis

	Einleitung	1
1	Technische Rechtsbegriffe	3
1.1	Normen	3
1.1.1	Grundsätzliche Hinweise an denjenigen, der die Norm anwendet	3
1.1.2	Grundsätzliche Hinweise an denjenigen, der eine historische Norm anwendet	3
1.1.3	Grundsätzliche Hinweise an denjenigen, der eine Vornorm anwendet	3
1.1.4	Verbindlichkeit von Normen	4
1.2	Anerkannte Regeln der Techni	6
1.3	Stand der Technik	6
1.4	Beste verfügbare Technik (BVT)	6
1.5	Stand der Wissenschaft	9
1.6	Bestandsschutz	9
2	Technisch dicht - auf Dauer technisch dicht	10
2.1	Technische Dichtheit	10
2.2	Auf Dauer technisch dicht	10
2.3	Bewertung	10
3	Dichtverbindungen nach dem Stand der Technik	12
3.1	Flanschverbindungen	12
3.1.1	Optimierte Flanschverbindungen	14
3.1.2	Beispiele weiterer konstruktiver Ausführungen zum Beseitigen von Undichtigkeiten unter Nutzung eines Adapters	15
3.2	Anforderungen an Dichtverbindungen	16
3.2.1	Kosten	17
3.3	Die „flangevalid“ Philosophie	20
3.3.1	Dichtung	20
3.3.2	Schrauben	20
3.3.3	Flansche	21
3.3.4	System „flangevalid“	22
3.3.5	Sicherheit, Umwelt und Erfolg	22
3.4	Anforderungen an das Verschrauben von Dichtverbindungen	23
3.4.1	Anforderungen an Flanschmontagen nach der DIN EN 13480-3 und dem AD 2000-Merkblatt HP 100 R	23
3.4.2	Anforderungen an das Montagepersonal	28
3.4.3	Qualifizierung von Konstrukteuren und Planern	28
4	10 Schritte zur optimalen, auf Dauer technisch dichten Dichtverbindung	31
	Schritt 1 Auswahl der richtigen Geometrie der Flansche	33
S-1.1	Schwarz-Weiß-Verbindungen und Isolierflansche	33
S-1.1.1	Übliche isolierende Verbindungen	33
S-1.1.2	Verbesserte isolierende Verbindungen	34
S-1.1.3	Isolierverbindungen mit maximaler Festigkeit und Schraubenauslastung	35
S-1.2	Kunststoffflanschverbindungen - Untersuchung der Möglichkeit optimaler Schraubenauslastung bei Montage von GFK-Flanschen, ähnlich der Vorgehensweise bei Stahlflanschen	37
S-1.2.1	Vorwort	37
S-1.2.2	Ziel	38
S-1.2.3	Bauteile	38

S-1.2.4	Versuchsbeschreibung	38
S-1.2.5	Messergebnisse ΔI	39
S-1.2.6	Messergebnisse Schraubenauslastung in %	40
S-1.2.7	Ergebnis	40
S-1.2.8	Danksagung	40
S-1.3	Flanschausführung für ausgekleidete oder beschichtete Apparate und Rohrleitung	41
S-1.4	Pressflanschverbindungen - Untersuchung der Festigkeit von Pressflanschen im Vergleich zu geschmiedeten Vorschweißflanschen	44
S-1.4.1	Vorwort	44
S-1.4.2	Ziel	44
S-1.4.3	Bauteile	44
S-1.4.4	Versuchsbeschreibung	45
S-1.4.5	Messergebnisse Spaltveränderung in mm	46
S-1.4.6	Messergebnisse Spaltveränderung umgerechnet in Flanschblattneigung	47
S-1.4.7	Messergebnis Flanschverformung	47
S-1.4.8	Bewertung	49
S-1.4.9	Zusammenfassung	49
S-1.4.10	Danksagung	49
Schritt 2	Auswahl der richtigen Bauteile	51
S-2.0.1	Anforderungen an die Bauteile	51
S-2.0.2	Dichtungsauswahl	51
S-2.0.3	Schraubenauswahl	52
S-2.0.4	Flanschverbindungen	53
S-2.0.5	Zusammenfassung	54
S-2.1	Werkstoffe	55
S-2.2	Flansche, Gehäuse	56
S-2.3	Dichtung	58
S-2.3.1	Anforderungen aus Gesetzen, Regeln und Vorschriften	59
S-2.3.2	Dichtungsauswahlhilfe	61
S-2.3.3	Dichtungsauswahl für den Schiffbau nach DIN 86076	64
S-2.3.4	Dichtungsauswahl nach Druckanforderung	65
S-2.3.5	Dichtungskennwerte	65
S-2.3.6	Dichtungswerkstoffe	66
S-2.3.7	Dichtungen – Normenübersicht und Zuordnung nach Flanschnorm und Dichtflächenform	68
S-2.3.8	Dichtungskosten - „Können wir uns billige Dichtungen leisten?“	72
S-2.3.9	Kosten	74
S-2.3.10	Auswahl von Dichtungen nach TRBS 2141-3	76
S-2.3.11	Dichtungsauswahl zur Erfüllung der Druckgeräterichtlinie (DGRL) und des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) - TA-Luft	78
S-2.3.12	Lagerfähigkeit von Dichtungen aus Elastomer und Elastomer gebundenem Fasermaterial (FA-Material nach DIN 28091-2)	81
S-2.4	Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben	84
S-2.4.1	Übersicht der Normen und Formen für übliche Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben für Druckgeräte	85
S-2.4.2	Gewindebolzen (Vollschaftschrauben) oder Dehnschrauben	88
S-2.4.3	Optimale Schrauben für Normflanschverbindungen	94
S-2.4.4	Verwendung von Schrauben der Festigkeitsklasse 5.6 und 8.8 in Druckgeräten	99
S-2.4.5	Schrauben und Muttern aus nichtrostenden Stählen	101
S-2.4.6	Metrische Schrauben in imperialen (zölligen) Flanschen	103
S-2.4.7	Korrosionsschutz und maximale Einsatztemperatur beschichteter Schrauben und Muttern	105
S-2.4.8	Kennzeichnung der Werkstoffcharge auf Schrauben und Muttern für Druckgeräte	108

S-2.4.9	Unterlegscheiben (U-Scheiben)	110
S-2.4.10	Unterlegscheiben (U-Scheiben) im Bereich von Druckgeräten	118
Schritt 3	Rechnerischer Nachweis	121
Schritt 4	Überprüfung der Bauteilequalität	122
S-4.1	Flansche und Dichtflächen	122
S-4.2	Dichtungen	123
S-4.3	Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben	124
S-4.4	Wiederverwendung	126
Schritt 5	Auswahl der richtigen Montagepaste	129
S-5.1	Einfluss der Reibung auf das Montageergebnis bei Schrauben	133
Schritt 6	Vormontage	139
S-6.1	Zentrische Montage der Dichtung	141
Schritt 7	Vorspannen / Überprüfung der Fügung	143
S-7.1	Gewindeüberstand an der Mutter	143
S-7.1.1	Dehnschrauben	143
S-7.1.2	Gewindebolzen	144
S-7.1.3	Kopfschrauben	145
Schritt 8	Auswahl des Montageverfahrens und Werkzeugs	147
S-8.1	Montage über Drehmoment (Torque)	147
S-8.1.1	Montage mit Ring- oder Maulschlüssel	147
S-8.1.2	Schlagschlüssel	148
S-8.1.3	Schlag- oder Impulsschrauber	148
S-8.1.4	Drehmomentschlüssel	148
S-8.1.5	Elektrische, pneumatische oder hydraulische Drehmomentschrauber	149
S-8.1.6	Drehwinkel gesteuertes Anziehverfahren	149
S-8.1.7	Streckgrenzgesteuertes Anziehverfahren	149
S-8.1.8	Vorspannschrauben oder -muttern	149
S-8.2	Montage über Längung (Tensioning)	149
S-8.2.1	Thermisches Vorspannen	150
S-8.2.2	Pneumatisches oder hydraulisches Vorspannen über Zylinder (Bolt Tensioning)	150
S-8.2.3	Optimierte Muttern	150
S-8.3	Bewertung der Montageverfahren	153
Schritt 9	Aufbringung der erforderlichen Schraubenkräfte	155
S-9.1	Montage von Dichtverbindungen – Dichtung und Schrauben	155
S-9.1.1	Montage runder Flanschen	155
S-9.1.2	Alternatives Montageverfahren nach Leitfaden zur Montage von Flanschverbindungen in verfahrenstechnischen Anlagen	157
S-9.1.3	Montage rechteckiger Flanschverbindungen	157
S-9.1.4	Montage ovaler Flanschverbindungen	158
S-9.2	Nachziehen von Dichtsystemen unter Druck und Temperatur	159
S-9.2.1	BGV D2/BGR 500 §7 Durchführungsanweisungen	
Kapitel 3.4	Arbeiten an Gasleitungen	160
S-9.2.2	Abschließende Betrachtungen	160
S-9.3	Optimale Schraubenauslastung	161
S-9.4	Montageanzugsmomente für Berstscheibensysteme	165