

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Emissionsminderung
Kennwerte für dichte Flanschverbindungen

VDI 2290
Entwurf

Emission control – Sealing constants for flange connections

Einsprüche bis 2024-08-31

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchsportal <http://www.vdi.de/2290>
- in Papierform an
VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft
Fachbereich Umweltschutztechnik
Postfach 10 11 39
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Normative Verweise	3
3 Begriffe	3
4 Formelzeichen und Abkürzungen	5
5 Grundlagen – Aufbau einer Flanschverbindung	6
6 Regulatorische Anforderungen an Dichtheitsnachweise	7
6.1 Anforderungen unterschiedlicher Rechtsbereiche	7
6.2 Anforderungen nach TA Luft	9
7 Dichtheitsnachweise	13
7.1 Voraussetzungen zur Dichtheit einer Flanschverbindung	13
7.2 Wege zum Nachweis der Dichtheit (Drei-Säulen-Modell)	14
7.3 Berechnung der Dichtheit von Flanschverbindungen	15
7.4 Typbasierter Bauteilversuch	20
7.5 Individuelle Einzelprüfung	24
7.6 Technologie- oder werkstoffbedingte Sonderfälle	26
7.7 Dokumentation der Dichtheitsprüfung	30
8 Montage, Qualitätssicherung und Prüfung	31
8.1 Montageanleitung	31
8.2 Prüfanweisung	31
8.3 Montagepersonal	32
9 Vorgaben für Dokumentation	32
Anhang A Muster-Bauteilversuch	34
A1 Muster-Prüfbericht zum Bauteilversuch	34
A2 Muster-Prüfbescheinigung zum typbasiertem Bauteilversuch	37
Anhang B Muster des rechnerischen Dichtheitsnachweises	38
B1 Muster: Bericht zum rechnerischen Dichtheitsnachweis	38
B2 Berechnungsbeispiel	39
Anhang C Muster des vereinfachten Dichtheitsnachweises	42
C1 Rechengang	42
C2 Berechnungsbeispiel	43
Schrifttum	45

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft – Normenausschuss
Fachbereich Umweltschutztechnik

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 2: Emissionsminderung I
VDI-Handbuch Produktentwicklung und Konstruktion

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

An der Erarbeitung dieser Richtlinie waren beteiligt:

Dipl.-Ing. *Benno Demel*, Frankfurt am Main

Dipl.-Ing. *Thomas Feyh*, Dormagen

Dipl.-Ing. *Thomas Gross*, Darmstadt

Dipl.-Ing. *Stefan Keck*, Idstein

Dipl.-Ing. *Werner Öhlenschläger*, Karlsruhe

Dipl.-Ing. *Karen Pannier*, Dessau-Roßlau (stellv. Vorsitz)

Dipl.-Ing. *Rainer Remus*, Dessau-Roßlau

Prof. Dr. *Alexander Riedl*, Münster

Dr.-Ing. *Manfred Schaaf*, Lauffen

Dr. *Richard Schlachta*, München

Dipl.-Ing. *Birgit Schmidt-Becker*, Köln

Prof. Dr.-Ing. *Heinrich Wilming*, Borken (Vorsitz)

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Weitere aktuelle Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2290.

Einleitung

Flanschverbindungen dienen dazu, Anlagen, Maschinen oder Apparate mit Rohrleitungen und Armaturen mit einer erforderlichen Dichtheit lösbar miteinander zu verbinden.

Je gefährlicher ein Betriebsmedium ist, desto mehr gewinnt die Dichtheit, gekennzeichnet durch die Leckagerate der Flanschverbindung, mit Minimierung des Austritts von Medium in die Atmosphäre als diffuse Emissionen für Mensch und Umwelt an Bedeutung [1]. Ferner hat die Leckagerate einen Einfluss auf Anlagensicherheit, Arbeitsschutz und Produktionsverluste und somit – neben Ausfallzeiten, Reparaturen und Instandhaltungsmaßnahmen zur Gewährleistung der Funktion im Betrieb – auch einen nicht zu unterschätzenden wirtschaftlichen Stellenwert [2].

Diffuse Emissionen sind daher umfassend zu vermeiden. Hierzu werden dem Betreiber je nach Schutzziel aus den unterschiedlichen Rechtsbereichen (z.B. Arbeitsschutz, Anlagensicherheit oder

Umweltschutz) Dichtheitsanforderungen auch für Flanschverbindungen vorgegeben. Diese Dichtheitsanforderungen können sowohl qualitativ durch Konstruktionsvorgaben als auch quantitativ durch Vorgabe einer nachzuweisenden Dichtheitsklasse sowie zwischen beiden Vorgaben frei wählbar sein. Da Anlagen oftmals z.B. aufgrund der enthaltenen Medien mehreren Gesetzen und Regelwerken unterliegen, bestehen für einen Anwendungsfall Dichtheitsanforderungen aus unterschiedlichen Regelwerken. Dies kann dazu führen, dass die gemachten Vorgaben und anzuwendenden Vorgehensweisen zum Nachweis der Dichtheit unterschiedlich und gegenseitig nicht abdeckend sind [3].

Flanschverbindungen sind nur dann zu verwenden, wenn sie verfahrenstechnisch, sicherheitstechnisch oder für die Instandhaltung notwendig sind. In der Praxis ist es häufig unumgänglich, Rohrleitungsabschnitte, Behälter und Armaturen in Rohrleitungen mit Flanschverbindungen zu verbinden. Deshalb ist es notwendig, die Anforderungen an eine dichte Flanschverbindung festzulegen.

Eine Flanschverbindung ist als zusammenhängendes System zu behandeln, da die Dichtfunktion durch das Zusammenwirken der Einzelemente Flansch, Dichtung und Schrauben (Spannelemente) bestimmt wird. Diese Richtlinie legt in Ergänzung zur Richtlinie VDI 2200 die entsprechenden Anforderungen für den quantitativen Nachweis der Dichtheit für das System Flanschverbindung fest. Dichte Flanschverbindungen können in der Praxis nur in Verbindung mit einer qualifizierten Montage und Qualitätskontrolle erreicht werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die Beurteilung der technischen Dichtheit von Flanschverbindungen in Anlagen zum Verarbeiten, Fördern, Umfüllen und Lagern von flüssigen und gasförmigen Medien. Sie gilt für Anlagen, in denen die Anforderungen der TA Luft, Nr. 5.2.6 anzuwenden sind. Die TA Luft ist verbindlich anzuwenden für genehmigungsbedürftige Anlagen nach Anhang 1 der 4. BImSchV zum BImSchG und dient für nicht genehmigungsbedürftige Anlagen nach BImSchG (§ 22 bis § 25 BImSchG) als Erkenntnisquelle. Diese Richtlinie kann zudem für die Beurteilung der technischen Dichtheit von Flanschverbindungen, die sich aus sonstigen Rechtsbereichen, z.B. dem Wasserrecht und dem Gefahrstoffrecht, die Anforderungen an die Dichtheit von Flanschverbindungen stellen, angewendet werden. Diese Vorgehensweise kann zum quantitativen Dichtheitsnachweis für alle Medien, Aggregatzustände und Bauformen von Flanschverbindungssystemen in anderen Rechtsbereichen be-

züglich der Anforderungen an diffuse Emissionen als abdeckend angesehen werden [3]. Dies gilt, soweit andere Rechtsbereiche, z.B. in ihren technischen Regeln, keine zusätzlichen Eingrenzungen, z.B. konstruktive Vorgaben, vorsehen oder Ergebnisse aus betrieblichen Sicherheitsbetrachtungen keine erweiterten Anforderungen vorgeben.

Die Richtlinie gilt für alle Flanschverbindungen im Kraft Hauptschluss (KHS) und im Kraft Nebenschluss (KNS), unabhängig von den verwendeten Konstruktionswerkstoffen. Flanschverbindungen mit Schweißdichtungen sind bauartbedingt technisch dicht. Sonstige Verbindungen mit Abdichtungen gegen Atmosphäre sind nicht im Geltungsbereich der TA Luft, Nr. 5.2.6.3 geregelt und werden damit in dieser Richtlinie nicht behandelt.

Diese Richtlinie gilt für Flanschverbindungen in allen Industriezweigen, die Anlagen, Maschinen oder Apparate und Rohrleitungen und Armaturen miteinander verbinden.

In der Regel gilt diese Richtlinie *nicht* für Flanschverbindungen mit Nennweiten \leq DN 15 oder geringen Überdrücken bis 0,5 bar und für Vakuumbetrieb, soweit sich aus den Medien oder der betrieblichen Situation keine weitergehenden Anforderungen ergeben.

Diese Richtlinie definiert die Umsetzung des Stands der Technik für Flanschverbindungen und insbesondere den der TA Luft, Nr. 5.2.6.3 im Hinblick auf die Anforderung einer technisch dichten Flanschverbindung. In Ergänzung der Richtlinie VDI 2200 werden die Auslegungskriterien für technisch dichte Flanschverbindungen unter Betriebsbedingungen festgelegt.

Die für die Auslegung einer technisch dichten Flanschverbindung im Sinne der TA Luft, Nr. 5.2.6.3 erforderliche Dichtheitsklasse wird mit $L_{0,01}$ mit der spezifischen Leckrate $\leq 0,01 \text{ mg}/(\text{s} \cdot \text{m})$ festgelegt. Als Prüfmedium zur Ermittlung der Dichtungskennwerte nach DIN EN 13555 oder für den typbasierten Bauteilversuch sind Helium oder andere geeignete Prüfmedien, z.B. Methan, anzuwenden.

Die Anforderungen an den Betreiber zum Nachweis der Qualifikation des Montagepersonals und des Prüfpersonals zur Qualitätskontrolle sowie Inhalte der geforderten Montageanleitungen werden in dieser Richtlinie konkretisiert.

Diese Richtlinie wendet sich, wie die Richtlinie VDI 2200, an Behörden und alle Betreiber von Anlagen, Hersteller von Flanschverbindungen und -komponenten, Projekt Ingenieure/-ingenieurinnen, Planende, Konstrukteure/Konstrukteurinnen und Montagedienstleister in und von Anlagen mit Flanschsystemen, in denen flüssige und gasförmige

Medien gefördert, gelagert und/oder verarbeitet werden. Dazu beschreibt die Richtlinie die Prozess-, Dokumentations- und Nachweisanforderungen für Betreiber sowie zwischen Betreibern und Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden und unterstützt sie im Rahmen ihrer Tätigkeit.

Die Richtlinie behandelt nicht Strategien, Methoden und Maßnahmen zur Überwachung der Dichtigkeit von Flanschsystemen im laufenden Betrieb. Beispielhafte Vorgehensweisen sind z.B. im WGC BREF (Common Waste Gas Management and Treatment Systems in the Chemical Sector Best Available Techniques Reference Document) oder in der TRGS 722 beschrieben.