

Bauteilversuch im Sinne der novellierten TA Luft Entwurf (Stand 16. Juli 2018)

Dieses Dokument wurde im VCI adhoc AK „Alternative Flanschversuche nach novellierter TA Luft“ erarbeitet.

Anwendungsbereich

In diesem Dokument werden Randbedingungen für den Bauteilversuch festgelegt, mit dem der Nachweis technischer dichter Flanschverbindungen im Sinne der novellierten TA Luft, Entwurf (Stand 16. Juli 2018), erbracht werden kann.

Dieser Bauteilversuch ist eine Weiterentwicklung des Versuchs nach Richtlinie VDI 2200.

Gemäß der novellierten TA Luft (Entwurf) ist für technisch dichte Flanschverbindungen die Dichtheitsklasse L0,01 mit der entsprechenden spezifischen Leckagerate $\leq 0,01 \text{ mg}/(\text{s}\cdot\text{m})$ für das Prüfmedium Helium einzuhalten.

Für diese Flanschverbindungen ist ein Festigkeitsnachweis nach einschlägigen Normen erforderlich.

Festlegungen für den Bauteilversuch

In Tabelle 1 sind die Randbedingungen für den Bauteilversuch festgelegt.

Tabelle 1: Festlegungen für den Bauteilversuch.

Dichtsystem	<p>Flanschpaar vorzugsweise DN 40 gemäß der entsprechenden Flanschnorm.</p> <p>Eine für den Prüfflansch in Form und Dimension passende Dichtung.</p> <p>Für den Prüfflansch passende Verspannungselemente.</p>
KHS^a: Dichtungs- pressung oder	<p>Bei Krafthauptschluss-Verbindungen hängt die Dichtungspressung vom eingesetzten Dichtsystem ab. Dieser Wert ist unter Berücksichtigung der Festigkeit festzulegen.</p>

KNS^b: Vorverformung	Bei Kraftnebenschluss-Verbindungen ist sicherzustellen, dass der Kraftnebenschluss erreicht ist. Der Hersteller der Verbindung hat nennweitenübergreifend eine ausreichende Verpressung nachzuweisen, beispielsweise nach DIN ISO 3601-2 für O-Ringe.
KHS^a: Montage	Die Schraubkraft ist entsprechend den Montagevorgaben aufzubringen. Die Montage hat kraftkontrolliert zu erfolgen, z. B. mit kraftkalibrierten Messschrauben oder kalibriertem Drehmomentschlüssel.
KNS^b: Montage	Das Erreichen der Blocklage des KNS ist sicherzustellen, z. B. durch optische Kontrolle.
Warmlagerung	Warmlagerungstemperatur und Warmlagerungsdauer sind von Dichtungs- und Flanschwerkstoffen abhängig. Sie sollen die Betriebsbedingungen abdecken und werden vom Auftraggeber festgelegt. Die Warmlagerungsdauer soll für alle Dichtungswerkstoffe mindestens 48 h betragen.
Nachspannen	Ein Nachspannen ist prinzipiell möglich und muss im Prüfbericht dokumentiert und in der Montageanweisung beschrieben werden.
Prüfdruck	Der Prüfdruck ist abdeckend zu wählen. Das Leckageratenkriterium ist auf $1 \cdot 10^{-2} \text{ mg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ festgelegt.
Prüfmedium	Helium oder andere geeignete Prüfmedien, wie z.B. Methan.

^a KHS = Krafthauptschluss

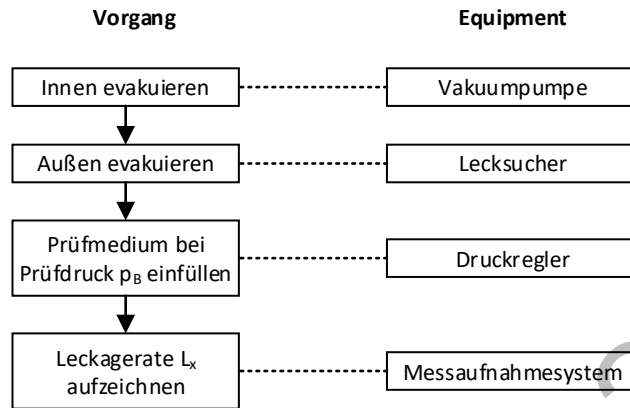
^b KNS = Kraftnebenschluss

Ermittlung der Leckagerate

Geprüft wird in der Regel mittels Helium-Massenspektrometer nach dem Vakuumverfahren, vgl. DIN EN 1779. Andere validierte Verfahren sind zulässig, z. B. Spülgasemethode.

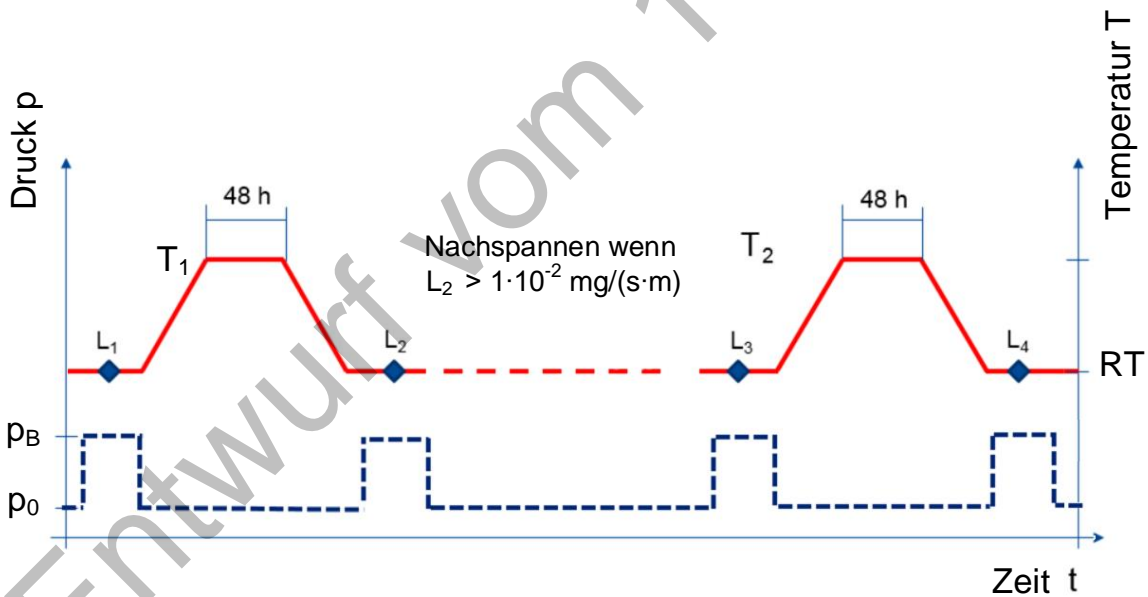
Die einzelnen Schritte der Leckageermittlung und das zugehörige Equipment zeigt Bild 1:

Bild 1: Leckage-Ermittlung



Der Temperatur- und Druckverlauf und die Zeitpunkte für die Messung der Leckagerate sind in Bild 2 dargestellt.

Bild 2: Verlauf von Prüftemperatur und Prüfdruck



- T_1 Temperatur der ersten Warmlagerung
- T_2 Temperatur der zweiten Warmlagerung (mit $T_2 \geq T_1$)
- L_1 Messung der Leckagerate bei Raumtemperatur (RT) vor der Warmlagerung
- L_2 Messung der Leckagerate nach der ersten Warmlagerung
- L_3 Messung der Leckagerate nach dem Nachspannen
- L_4 Messung der Leckagerate nach dem Nachspannen und nach zweiter Warmlagerung
- p_0 Umgebungsdruck
- p_B Druck des Prüfmediums

Bei Flanschverbindungen, die nach Vorgaben des Auftraggebers nachgespannt werden müssen, kann die Ermittlung bei L₁ und L₂ entfallen.

Die Leckagerate wird als Funktion der Zeit registriert und nach 24 h mit dem Leckageratenkriterium $1 \cdot 10^{-2} \text{ mg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ nach novellierter TA Luft (Entwurf) verglichen.

Die Leckageprüfung nach Warmlagerung ist für alle Druck-Temperatur-Kombinationen abdeckend, die unterhalb der Prüfbedingungen liegen.

Für die Umrechnung der Helium-Leckagerate gilt nach Richtlinie VDI 2200 bei 20°C:

$$1,0 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mbar} \cdot \text{l}}{\text{s} \cdot \text{m}} \approx 0,165 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mg}}{\text{s} \cdot \text{m}}$$

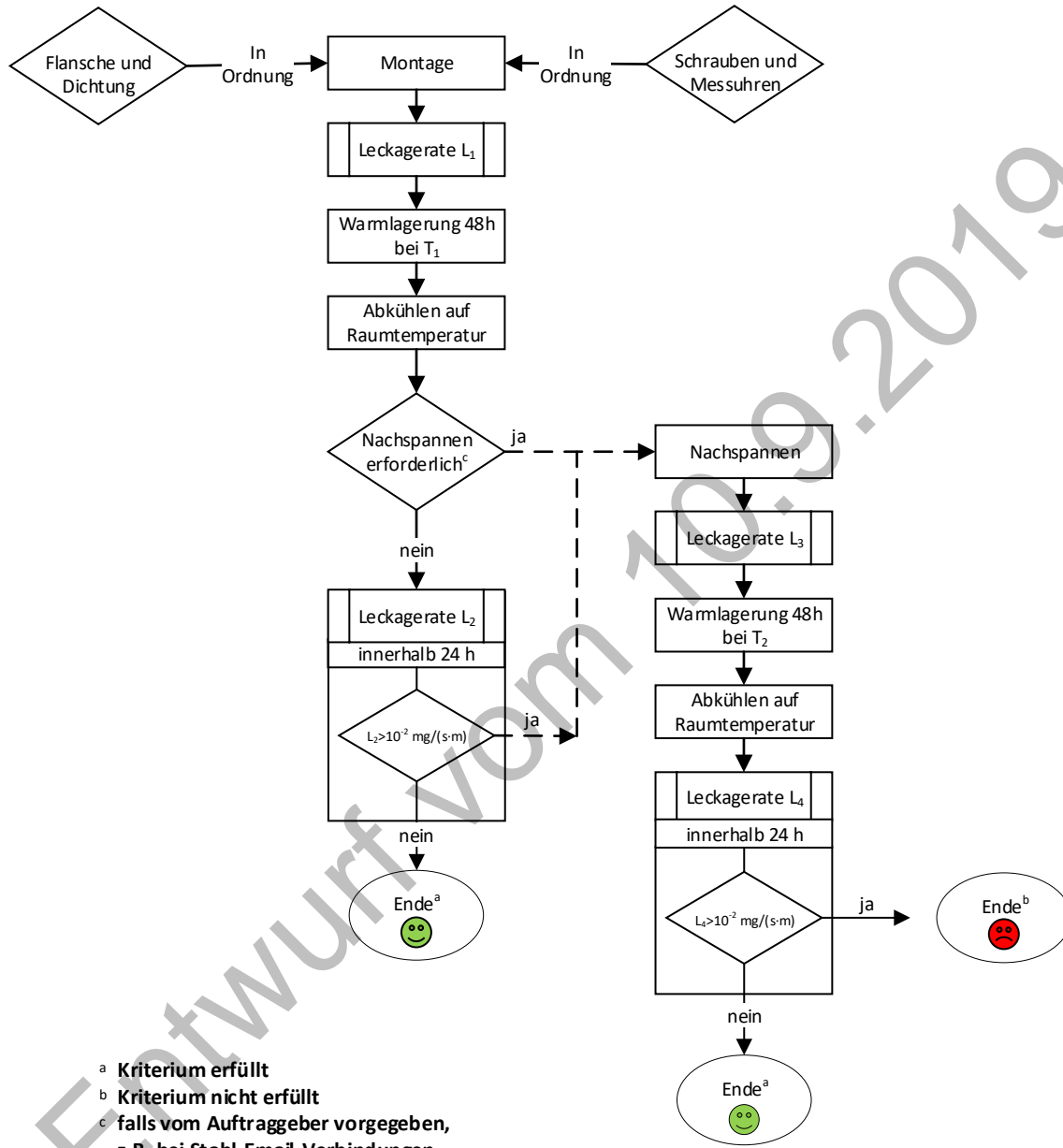
bzw.

$$1,0 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mg}}{\text{s} \cdot \text{m}} \approx 6,06 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mbar} \cdot \text{l}}{\text{s} \cdot \text{m}}$$

Der Ablauf der Leckageprüfung sowie die Abbruchkriterien im Hinblick auf die Erfüllung oder Nichterfüllung der Dichtheitsanforderung nach novellierter TA Luft (Entwurf) sind in Bild 3 festgelegt.

Bei der Demontage ist die Restschraubenkraft bzw. die Restflächenpressung zu ermitteln und im Prüfbericht zu dokumentieren.

Bild 3: Ablauf der Prüfung im Hinblick auf die Erfüllung oder Nichterfüllung der Dichtheitsanforderung nach novellierter TA Luft Entwurf



Mindestinhalte für den Prüfbericht

In dem Prüfbericht zum Bauteilversuch zum Nachweis der Dichtheit von Flanschverbindungen nach novellierten TA Luft (Entwurf) sind nachstehenden Mindestinhalte anzugeben.

Daten zur Identifikation der Prüfungsverantwortlichen

- Name, Anschrift des Auftraggebers
- Name, Anschrift des Prüflabors
- Datum der Prüfung
- Gültigkeitsdauer Prüfbescheinigung
Sofern keine Änderung an den Systembauteilen stattfindet, gilt die Prüfbescheinigung unbefristet.

Ausführung der Flanschverbindung

- Bauteilspezifikationen; Werkstoffe, Abmessungen des Prüflings, KHS/KNS
- Regelwerk / Norm

Vorgegebene Anzugsmomente (Schraubenkraft, Federkraft)

- Ggf. Angaben zum Festigkeitsnachweis (Regelwerk / Norm)
- Max. zulässige Betriebstemperatur
- Max. zulässiger Betriebsdruck

Dichtheitsnachweis

- Prüfmedium
- Aufbau der Prüfvorrichtung
- Angaben zur Probenvorbereitung (Konditionierung der Dichtung)
- Beschreibung der Messmethode (Massenspektrometrie, Druckabfallmethode etc.)
- Ablauf der Versuchsdurchführung
- Art der Aufheizung (innen/außen, Aufheizrate)
- Besondere Bedingungen z. B. Nachziehen in Abstimmung mit dem Auftraggeber
- Nachgewiesene Leckagerate / Dichtheitsklasse
- Angabe der Restflächenpressung und/oder Restschraubenkraft

Literatur

Novellierte TA Luft	Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft); Entwurf Stand: 16.07.2018
DIN EN 1779	Zerstörungsfreie Prüfung - Dichtheitsprüfung - Kriterien zur Auswahl von Prüfmethode und -verfahren (10.1999)
DIN ISO 3601-2	Fluidtechnik - O-Ringe - Teil 2: Einbauräume für allgemeine Anwendungen (08.2010)
VDI 2200	Dichte Flanschverbindungen – Auswahl, Auslegung, Gestaltung und Montage von verschraubten Flanschverbindungen (06.2007)
VCI-Montageleitfaden	Leitfaden zur Montage von Flanschverbindungen in verfahrenstechnischen Anlagen (03.2016)