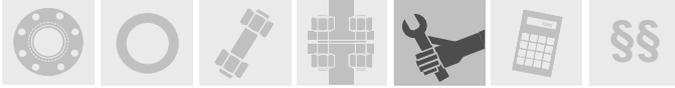


● Technische Information



● Nachziehen von Dichtsystemen unter Druck und Temperatur

Das Nachziehen von Schrauben in Flanschen unter Betriebsbedingungen ist grundsätzlich eine kritische Tätigkeit, ein gefährlicher Vorgang und ist nur unter besonderen Vorkehrungen durchzuführen. Hierbei müssen die speziellen Gefährdungen und die sich ergebenden technischen Veränderungen berücksichtigt werden. Es ist eine Gefährdungsbeurteilung nach Technische Regeln für Betriebssicherheit TRBS 1111:2018-03 durchzuführen. Dieses gilt besonders bei Flanschverbindungen unter erhöhten Temperaturen.

Es ist Folgendes festzustellen:

- Bei höheren Temperaturen sinken die Festigkeitskennwerte der Schraubenwerkstoffe. (Werte siehe DIN EN 10269:2014-02)
- Bei höheren Temperaturen steigen die Werte der Haftreibungskoeffizienten an.
- Über die Veränderung von Schraubenpasten unter erhöhten Temperaturen kann (fast) keine gesicherte Aussage gemacht werden.

Werte von Haftreibungskoeffizienten, Quelle Firma POSE-MARRÉ

Temperatur	20°C	200°C	400°C	600°C
Haftreibungs-Koeffizient	0,40	0,62	0,77	0,89

Haftreibungskoeffizienten von Stahl (Erläuterung seitens der Firma POSSE-MARRE):

„Die Ermittlung des Haftreibungskoeffizienten war für uns wichtig, weil Glühroste in Stoßöfen diskontinuierlich weitertransportiert werden und diese Roste der Schubbeanspruchung widerstehen müssen. Die in der nebenstehenden Richtwert-Tabelle angegebenen Haftreibungskoeffizienten wurden unter Berücksichtigung der gängigen austenitischen hitzebeständigen Stähle ermittelt und sind allgemein unabhängig vom Bearbeitungszustand der aufeinander gleitenden Flächen.“

Bemerkung: Werte für die Haftreibung bei erhöhten Temperaturen von Stahl auf Stahl konnten in der Literatur nicht gefunden werden. Die oben angeführten Werte sollten nicht für Berechnungen benutzt werden. Sie sollen allerdings auf den Zusammenhang hinweisen, dass die Werte der Haftreibungskoeffizienten bei steigender Temperatur ansteigen sowie auf die Größenordnung von möglichen Änderungen hinweisen.

Technische Regeln zur Betriebssicherheit (TRBS)

Im Rahmen der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) gelten die Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS). Nach **TRBS 2141:2019-03** wird das Nachziehen von Dichtelementen unter Betriebsbedingungen geregelt. Nach Schnitt 6.6.2 Schutzmaßnahmen im Betrieb und während der Instandsetzung, Absatz (2), 7. Spiegelstrich:

Zitat:

- An unter Druck stehenden Druckgeräten werden

- Schrauben/Verschlusschrauben nur von hierfür unterwiesenen Personen unter Beachtung besonderer Vorsichtsmaßnahmen nachgezogen. Ggf. wird der Druck dafür abgesenkt.

Zitatende

Anmerkung:

Aussagen zur Temperatur werden nicht gemacht. Es ist davon auszugehen, dass eine Gefährdung durch Streckgrenzabfall des Schrauben- und Mutterwerkstoffes unter thermischer Belastung ausgeschlossen werden muss.

Nach TRBS 2141 dürfen dazu unterwiesene Personen unter Beachtung besonderer Vorsichtsmaßnahmen, gegebenenfalls bei abgesenktem Druck, Schrauben nachziehen. Anmerkung: Die erforderliche Gefährdungsanalyse ist schriftlich zu dokumentieren!

Eine Zuwiderhandlung könnte bei einem Unfall als grob fahrlässiges Verhalten ausgelegt und entsprechend geahndet werden.

Schrauben an Rohrleitungen und Apparaten sind drehmomentgesteuert anzuziehen, z. B. DIN EN 13480, Metallische industrielle Rohrleitungen.

Nach der TRBS 2141, 6.5 Festlegung von Schutzmaßnahmen im Rahmen der Montage und Installation gilt:

Zitat:

Bei der Montage, Installation und Ausrüstung von Druckanlagen bzw. deren Teilen können die nachfolgend beispielhaft genannten Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Gefährdungen durch die Freisetzung von Fluiden zielführend sein:

...

- *Die Verbindungen werden spannungsarm montiert. Schraubverbindungen/ Verschluss-schrauben werden gleichmäßig so weit angezogen, wie es zum Abdichten erforderlich bzw. spezifiziert ist. Vorzugsweise werden hierfür drehmomentbegrenzende Werkzeuge eingesetzt.*

Zitatende

Bei der Montage, Installation und Ausrüstung von Druckanlagen bzw. deren Teilen, können die nachfolgend beispielhaft genannten Schutzmaßnahmen zur Vermeidung von Gefährdungen durch die Freisetzung von Fluiden zielführend sein:

Eine Anwendung des Montagedrehmomentes beim Nachziehen ist nicht zulässig, denn es muss eine Haftreibung überwunden werden, die nicht eingeschätzt werden kann. Schrauben müssen dann immer zuerst gelöst werden, bevor sie neu angezogen werden. Es sind die erforderlichen Schritte der Montageanweisung einzuhalten.

Achtung/Sicherheitshinweis:

An Flanschverbindungen mit 4 Schrauben besteht ein erhöhtes Gefahrenpotential (Abb.1).

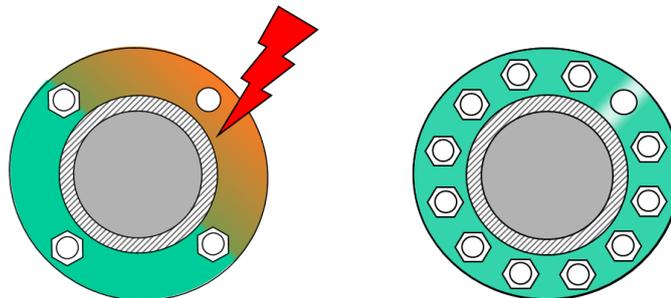


Abb.1: erhöhtes Gefahrenpotential bei Verbindungen mit 4 Schrauben

Fehlt eine von 4 Schrauben, ist der Flansch undicht, weil die anderen Schrauben die Vorspannkraft nicht ausreichend mit übertragen können (Abb.2).

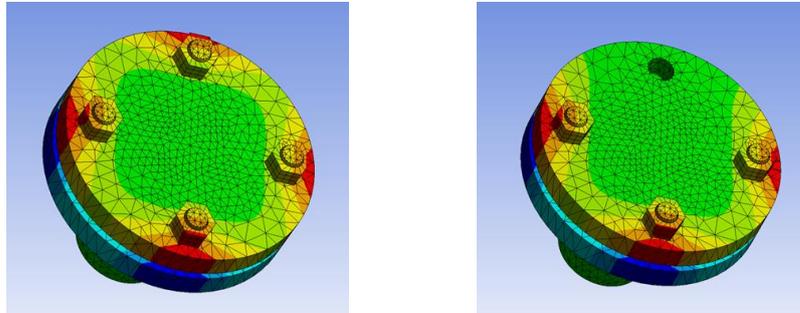


Abb.2: Abbildung der Spannungen an einer Flanschverbindung nach DIN EN 1092-1, Vorschweißflansch(Typ 11) mit Blinddeckel(Typ 05) DN50 PN40, Druck 40bar links mit 4 Schrauben und rechts mit einer fehlenden Schraube

Das Ersetzen einzelner Schrauben im Betrieb ist hier nicht zulässig, wenn nicht für die Gewährleistung der Dichtfunktion Klammern gesetzt werden.

Bei 8 oder mehr Schrauben ist dieses Risiko in der Form nicht gegeben. Es wird im Bereich der fehlenden Schrauben zu Spannungsverlust kommen, die Verbindung aber dicht bleiben.

Berufsgenossenschaftliche Regeln

BGV D2/BGR 500 §7 Durchführungsanweisungen Kapitel 3.4 Arbeiten an Gasleitungen

Die berufsgenossenschaftlichen Regeln BGR können als Informationsquelle herangezogen werden. Bei Arbeiten an Gasleitungen wird unterschieden nach den vorzuziehenden Arbeitsverfahren mit geringer Gefährdung und den nur in begründeten Ausnahmefällen durchzuführenden Arbeitsverfahren mit hoher Gefährdung. Eine Arbeit „bei ausströmendem Gas“ ist eine Arbeit mit hoher Gefährdung. Nachziehen von Dichtverbindungen wird immer bei ausströmenden Medien/Leckage durchgeführt und ist somit je nach Medium eine Arbeit mit hoher Gefährdung. Folgende zusätzliche Maßnahmen sind dann erforderlich: spezielle Gefährdungsanalyse, Arbeitsablaufplan, spezielle persönliche Schutzausrüstung und besondere Einweisung des Personals. Als maximaler Betriebsdruck werden 100 mbar zugelassen.

Besondere Beachtung und Aufmerksamkeit sollte auf mögliche Fluchtwege gelegt werden.

Abschließende Betrachtungen:

Nach Möglichkeit sollten Schrauben von Flanschverbindungen bei Raumtemperatur nachgezogen werden. In der TRBS 2141 wird lediglich eine Druckabsenkung gefordert bzw. empfohlen. Wichtiger jedoch als eine Druckabsenkung ist, aus meiner Sicht, eine Absenkung der Bauteiltemperaturen (Flansche und Schrauben). Mit der Temperaturabsenkung steigen die Festigkeitskennwerte der Schraubenwerkstoffe wieder und es sinken die Werte der Haftreibungskoeffizienten in den Gewinden, unter den Schraubenköpfen und unter den Muttern. Falls man unter erhöhten Temperaturen die Schrauben nachzieht, besteht die Gefahr, dass diese mechanisch überlastet und geschädigt werden. Besser wären die Durchführung beider Maßnahmen (Druck- und Temperaturabsenkung).

In der Broschüre der ESA (European Sealing Association e.V.) mit dem Titel: „Einbauanleitung für Flachdichtungen“ heißt es im Kapitel 6 - Nachziehen:

Zitat:

„Jedes Nachziehen darf nur bei Umgebungstemperatur und Umgebungsdruck durchgeführt werden.“

Zitatende

Empfehlung

Grundsätzlich sollten Flanschverbindungen so konstruiert werden, dass ein Nachziehen im Betrieb ausgeschlossen ist. Die Verwendung von Dichtungen ohne Alterungs- und Setzpotential sowie die Montage der Schraubenverbindungen mit hoher Streckgrenzauslastung vermeidet Nachziehen im Betrieb, schützt das Personal, die Umwelt, die Anlagen und erhöht die Produktionssicherheit.

Sehen Sie hierzu die entsprechenden technischen Informationen auf meiner Homepage.

Eine entsprechende Vorgehensweise wurde bei der Erstellung der Regeln für Fernwärmeleitungen ohne direkte Erdauflast, im Arbeitsblatt AGFW FW 411 Teil 4, Februar 2019, ich durfte den Arbeitsausschuss entsprechend beratend begleiten, beachtet.

Weitere interessante Informationen zu verschiedenen Themen finden Sie auf der Homepage www.thomsen-bremen.de.

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, D-28211 Bremen

Stand 23.12.2021