

Afdichtingen flensverbindingen zijn nooit 100 procent gas- of vloeistofdicht

# Echt dicht bestaat niet, er is altijd diffuus lekverlies

Bij een te groot aantal van de miljoenen flensverbindingen in Europa bestaat het risico dat het diffuus lekverlies op een dag leidt tot een probleem van serieuze omvang. Een probleem voor het milieu en de gezondheid van de mens. Veel deelnemers aan het proces zijn al dan niet op de hoogte maar er wordt pas actie ondernomen als het daadwerkelijk drupt of lekt of als uit een wettelijk verplichte meting blijkt dat de waarden boven de toegestane norm uitkomen. Op het congres 'Industriële Veiligheid 2009' sprak Prof. Dr.-Ing. Alexander Riedl van de Universiteit Münster hierover, in Nederland op uitnodiging van Hytorc.

gassen en vloeistoffen (lees: procesmedia). Met een geschatte waarde van 700 euro/ton komt dit neer op circa 50-100 miljoen euro per jaar. De verliezen aan asafdichtingen en appendages komen hier nog bij. Serius geld dus, om nog maar te zwijgen van de schade die aan het milieu wordt toegebracht."

En dat, terwijl er voor relatief weinig kosten veel aan te doen is.

### Zorgwekkend

Een zorgwekkende situatie zo meent Riedl. Een diffuus lekverlies wordt namelijk door weinigen in de proceswereld onderkend als een probleem en dat terwijl het eigenlijk een enorm financieel probleem en milieuprobleem is. We moeten met zijn allen dus hard aan het werk om de risico's die met dit lekverlies gepaard gaan, terug te dringen. "Het is natuurlijk een utopie om te denken dat alle diffuse

### Deskundige

Prof. Dr.-Ing. Alexander Riedl studeerde Feinwerk- und Mikrotechnik aan de Universiteit van München. Na zijn opleiding ging hij werken bij W.L. Gore & Associates GmbH, een fabrikant van pakkingen en afdichtingen. Tijdens zijn werkende leven promoveerde Riedl aan de universiteit van Magdeburg op het gebied van Afdichtingstechniek. Als zich ergens in Europa een probleem voordoet in de (petro)chemische industrie dat mogelijk te maken heeft met een lekkende flensverbinding, dan wordt de heer Riedl daar vaak bij gehaald. Elk jaar vinden er wel een paar grote ongevallen plaats in Europa.

lekverliezen kunnen worden geëlimineerd maar het kan wel drastisch worden verminderd. En alleen zo kunnen ook de risico's op een ramp van serieuze omvang worden teruggedrongen.

### Optimalisatie

Om duidelijk te maken hoe ernstig te situatie is, vraagt Riedl de aanwezigen in de zaal hoe vaak ze met hun auto naar een benzinstation gaan om hun banden op te pompen. Sommige antwoorden een keer per maand, andere twee keer per jaar en weer anderen gaan nooit. Vervolgens antwoordt hij: "Als de gasdichtheid van een autoband net zo groot is als van een flensverbinding die wordt ervaren als dicht, dan moeten we om de zeven uur naar een benzinstation om onze banden op te pompen."

Met deze vergelijking nog vers in hun geheugen legt Riedl de aanwezigen aan de hand van berekeningen vervolgens uit waaruit een flensstelsel bestaat en hoe dit zoveel mogelijk kan worden geoptimaliseerd. "Een flensstelsel bestaat uit twee flenzen, een afdichting, bouten en moeren. Teneinde een zo gering mogelijk lekverlies te hebben, is het belangrijk om al deze componenten zo veel mogelijk te optimaliseren." En met 'optimaliseren' bedoelt Riedl dat de kracht waarmee de moeren worden vastgezet zo hoog mogelijk moet zijn binnen de daarvoor toelaatbare grenzen. De ondergrens kenmerkt zich door uitval als gevolg van zweeten, druppelen, lekken en 'blowouts' en de bovengrens door een defect van een van de elementen bout, flens of afdichting. De kunst is dus om de spreiding in boutkracht zo klein

mogelijk te maken, zodat de bovengrens zo ver mogelijk kan worden opgezocht.

### Vier stappen

"In principe moeten voor het vervaardigen van een betrouwbaar flensstelsel vier stappen worden doorlopen", zo vertelt Riedl. Allereerst dient het juiste flensstelsel te worden geselecteerd. Vervolgens moet exact worden berekend welke boutkracht er nodig is en dan volgt de omrekening naar een aandraaimoment (Nm). Tot slot komt de montage en de kwaliteitsborging. "De eerste twee genoemde stappen gaan in de praktijk meestal wel goed. De problemen die leiden tot lekverliezen beginnen meestal bij

### Boutberekening

$$F_{VM} = F_{Vmax} = k_A \cdot F_{Vmin} = k_A (F_{Kl} + F_B (1 - \Phi) + F_Z)$$

Vastzetmethode	Spreiding [%]	Aanhaalfactor $k_A$ [1]
rekgrensgestuurd vastzetten, motorisch of met de hand	± 9% tot ± 17%	1,2 tot 1,4
vastzetten op hoekverdraaiing, motorisch of met de hand	± 9% tot ± 17%	1,2 tot 1,4
aanhaalmethode Hytorc Clampensioning moer	17%	1,2
hydraulisch tensioneren	± 9% tot ± 23%	1,2 tot 1,6
momentgestuurd aanhalen met behulp van (hand-)momentsleutel	± 17% tot ± 43%	1,4 tot 2,5
aanhaken met slagmoersleutel, (slag-)handgereedschap zonder momentcontrole	± 43% tot ± 60%	2,5 tot 4,0

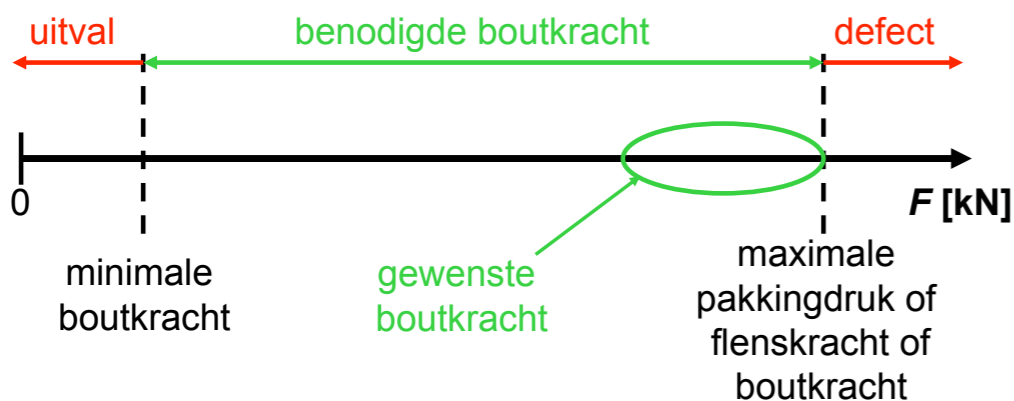
Figuur 2.

Henriëtte van Norel In de chemie, petrochemie, farmacie en energiesector ziet het zwart van de flensverbindingen voor gassen en vloeistoffen. Denk maar eens aan de vele kilometers leidingwerk, warmtewisselaars en andere apparaten met flensen. Flensen vervaardigd van staal, staal-emaillé of kunststof. Riedl: "Uit een in '99 gehouden TNO-onderzoek bleek dat destijds flenzen voor 22-27 procent verantwoordelijk zijn voor diffuus lekverlies. Omgerekend komt dit neer op een verlies van 106.000 ton aan

Figuur 1.

### Reductie van diffuus lekverlies

De gewenste vlakdruk (lees: boutkracht) kan alleen door een hoogwaardige montage worden bereikt!



### Resultaat van verschillende montagewijze

#### Het bepalen van de laagste te bereiken pakkingdruk:

1. Handmatig aandraaien van de moer of met behulp van een pneumatisch aangedreven slagmoersleutel:

$$\sigma_{Vmin Hand} = \frac{\sigma_{Vmax}}{k_{AHand}} = \frac{40 \text{ MPa}}{4,0} = 10 \text{ MPa}$$

2. Gecontroleerd aandraaien van de moer met behulp van een Clamp tensioningsmoer van Hytorc:

$$\sigma_{Vmin HY} = \frac{\sigma_{Vmax}}{k_{AHY}} = \frac{40 \text{ MPa}}{1,22} = 32,8 \text{ MPa}$$

#### Lekkagevergelijking:

$$V_\lambda = \frac{\lambda_{Hand}}{\lambda_{HY}} = \frac{4,5 \cdot 10^{-1} \text{ mg} / (s \cdot m)}{2,9 \cdot 10^{-3} \text{ mg} / (s \cdot m)} = 155$$

1. Aandraaien met hand of slagmoersleutel:

$$\lambda_{Hand} (t = 1 \text{ jaar}) = 4,5 \cdot 10^{-1} \text{ mg} / (s \cdot m) \cdot 31536000 \text{ s} / \text{jaar} \approx 14,2 \text{ kg} / \text{jaar}$$

2. Gecontroleerd aandraaien

$$\lambda_{HY} (t = 1 \text{ jaar}) = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ mg} / (s \cdot m) \cdot 31536000 \text{ s} / \text{jaar} \approx 0,1 \text{ kg} / \text{jaar}$$

**Beide lekkages zijn vloeistofdicht!**

Figuur 3.

stap drie, de omrekening van boutkracht naar aanhaalmoment en vervolgens in nog grotere mate bij stap vier door montage-(fouten). Bij stap drie wordt dan een verkeerde wrijvingscoëfficiënt aangenomen doordat er geen boutkalibratie is gedaan met de feitelijke bouten, smeermiddel en het gereedschap. Bij stap vier worden flensverbindingen op een ongecontroleerde wijze gerealiseerd. Namelijk met behulp van een steeksleutel of met hamer en slagsleutel of bij zwaardere bouten met verkeerd gekozen hydraulisch trekgereedschap. Dat levert een onnauwkeurige flensverbinding op omdat het onmogelijk is om naderhand nog na te gaan met welke kracht de moer vastzit.

### Gecontroleerd

Het resultaat kan worden verbeterd afhankelijk van het gekozen vastzetstelsel. Hiervoor bestaan volgens Riedl meerdere mogelijkheden, namelijk thermisch rekenen, hydraulisch tensioneren, torquen of met behulp van een 'Clamp tensioningmoer' van Hytorc. In de machine- en constructiebouw wordt verder nog gewerkt met de hoekverdraaiing en rekgrensmethoden. De nauwkeurigheden waarmee de moeren bij deze methoden kunnen worden aangedraaid variëren. In figuur 2 staan diverse montageprocedures beschreven met hun aanhaalfactor  $k_A$ . Dit is zeg maar de trefzekerheid van elke methode.



## Echt dicht bestaat niet, er is altijd diffuus lekverlies

Prof. Dr.-Ing. Alexander Riedl

De grootste nauwkeurigheid, namelijk 1,2 kA, is volgens Riedl te bereiken met de laatstgenoemde methode, de driedelige tensioning moer die de standaard moer vervangt. Op de vraag: 'Wanneer het beste voor welke oplossing kan worden gekozen', antwoordt Riedl: "Hierop kan ik niet zondermeer een antwoord geven. Dit is per toepassing verschillend en bovendien wordt dit mede bepaald door een aantal factoren. Factoren als de gewenste nauwkeurigheid en het beschikbare budget. Wel kan ik stellen dat een diffuus lekverlies door de juiste montagewijze met tientallen procenten kan worden gereduceerd (zie figuur 3)."

En niet alleen het lekverlies wordt drastisch teruggedrongen, het komt ook de zogeheten 'blow out' veiligheid van de afdichting ten goede. Uit onderzoek op de Universiteit van Münster is gebleken dat tot 40 bar systeemdruk een pakkingvlaktedruk van 5 MPa afdoende is om 'blow out' zeker te zijn. Het is natuurlijk raadzaam om zover mogelijk van deze kritische grens af te gaan door de moeren beter en op een gecontroleerde wijze aan te draaien. Hoe hoger de boutkracht bij montage, hoe geringer het 'blow out'-gevaar.

### Arbeidsveiligheid

Riedl besluit zijn betoog met de woorden: "Tot slot nog even aandacht voor de arbeidsveiligheid. Alleen al voor de veiligheid van de mensen die dagelijks in de weer zijn met flensverbindingen, mag het gecontroleerd realiseren van flensverbindingen eigenlijk geen discussiepunt zijn. Zo is het werken met Clamp tensioning-



daarentegen zijn methodes die niet geheel zonder gevaar zijn. Bij de eerstgenoemde methode wordt namelijk gewerkt met gereedschap met een reactiearm die altijd tegen een vast punt aanloopt. Er is dus altijd een zekere kans op beknellinggevaar. Een nadeel van het tensionen is dat het vijzelgereedschap zwaar is en dat de volle trekkracht er doorheen gaat. Bovendien werken deze systemen met gevaarlijke oliedrukken tot wel 1.500 bar. De meest goedkope methode, het thermisch rekken, is vanuit Arbo-oogpunt ook niet een aanrader omdat de bouten bij deze methode extreem warm kunnen worden en de procedure tijdrovend is en alleen bij staal/ staal verbindingen kan worden toegepast"

### Milieubewust

Riedl vervolgde over milieuzaken: "Modernere aanhaalmethoden worden te weinig toegepast. Dit is vanuit de historie

zo gegroeid. Pas de laatste jaren zien we door een sterker milieubewustzijn en de steeds strenger wordende veiligheids-eisen dat het gecontroleerd aandraaien van flensverbindingen sterk in opmars is. Argumenten die nu nog regelmatig worden gebruikt om flensverbindingen op een conventionele manier te realiseren, zullen in de toekomst steeds meer terrein verliezen. Zeker als we nagaan dat de investering die nodig is voor de benodigde gereedschappen, in minder dan geen tijd kan worden terugverdiend door het relatief snel terugdringen van het diffuus lekverlies. Wacht niet langer, maar help ook nu mee om een immens veiligheids- en milieuprobleem nog op tijd te voorkomen."■

literatuurlijst:  
Klantenmagazine Hytorc Duitsland, uitgave HY 4, pagina 36-38.

*'Flensverbindingen lekken in 90 procent van de gevallen, op zijn minst diffuus'*

moeren of LoadDISC onderleggringen van Hytorc voor operators veiliger omdat ze bij deze methode niet worden blootgesteld aan enig gevaar van een reactiearm of een tegenhoud(slag-)sleutel. Torquen, hydraulisch tensionen en thermisch rekken