

## ● Technische Information



## ● FEM Analyse einer Flanschverbindung 4“ Class600 mit ovaler RTJ Dichtung aus Weicheisen

### 1. Ziel der FEM Analyse

Durch die FEM Analyse sollen die in der Praxis angewendeten Dichtungsbreiten von RTJ Dichtungen, z.B. gemäss ASME VIII Div.1, App.2 Tabelle 2-5.2, Skizze 6 analytisch überprüft werden.

### 2. Einleitung

Bei der Flanschauslegung für RTJ-Dichtungen werden im Allgemeinen Dichtungsbreiten rechnerisch zugrundegelegt, die nicht so ohne weiteres nachvollziehbar sind. Üblicherweise wird die Dichtungsbreite an der breitesten Dichtungsstelle der RTJ Dichtung, Abmessung A (Abb.1), durch einen Faktor geteilt (ASME) oder eine Breite vorgegeben (AD 2000-Regelwerk B7:2010).

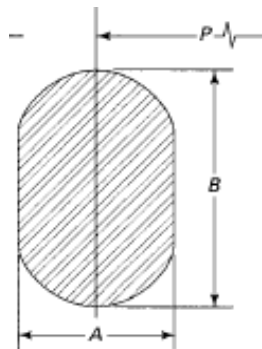


Abb.1: Abmessungen von Ring Joint Dichtungen, Quelle: ASME B16.20

Der Unterschied zu den realen Verhältnissen ist, dass eine Kontaktdichtfläche an der Innenseite der Nut und eine an der Aussenseite der Nut besteht. Des Weiteren wird das bilineare Materialverhalten der Dichtung sowie die Reibung an den Dichtflächen nicht berücksichtigt. Die durchgeführte FEM Analyse berücksichtigt diese Parameter.

### 3. Lastfälle

Als Lastfälle wurden die Montagevorspannung der Schraubenbolzen unter Ausnutzung von 70% der Streckgrenze ( $R_{p0,2}$ ) des Schraubenmaterials gewählt, anschliessend wird der Designdruck von 50bar (5MPa) appliziert.

### 4. Materialien

Die verwendeten Materialien sind SA 105 für die Flansche, 42CrMo4 für die Schraubenbolzen und die Muttern, sowie Weicheisen Armco für die ovale RTJ Dichtung. Der Dichtung werden zusätzlich bilineare Materialeigenschaften zugeordnet, um die Plastifizierung in der Berechnung zu berücksichtigen. Als Reibung an den Dichtungscontactflächen wurde ein Reibwert von 0,15 berücksichtigt.

### 5. Geometrieimport

Die Flanschverbindung wurde mit dem flangevalid System Designer modelliert, in den ANSYS Design Modeler importiert und anschliessend in ANSYS Mechanical eingelesen.

Bild 1: Geometrieimport der gesamten Flanschverbindung, ®flangevalid System Designer in ANSYS Design Modeler

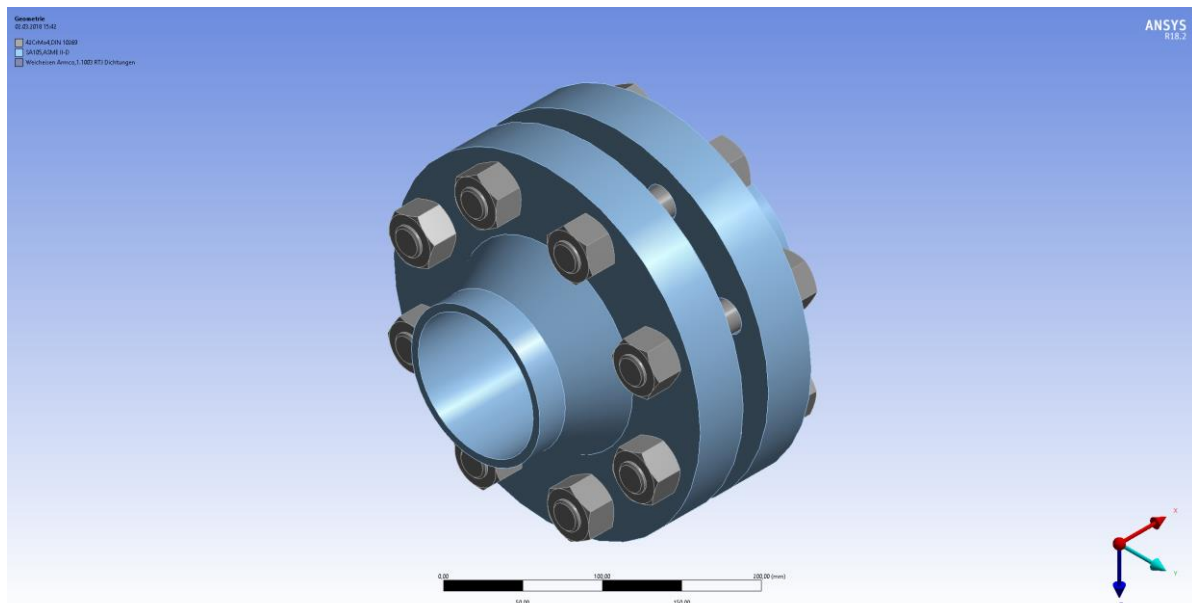


Bild 2: Vernetzung der ovalen RTJ Dichtung

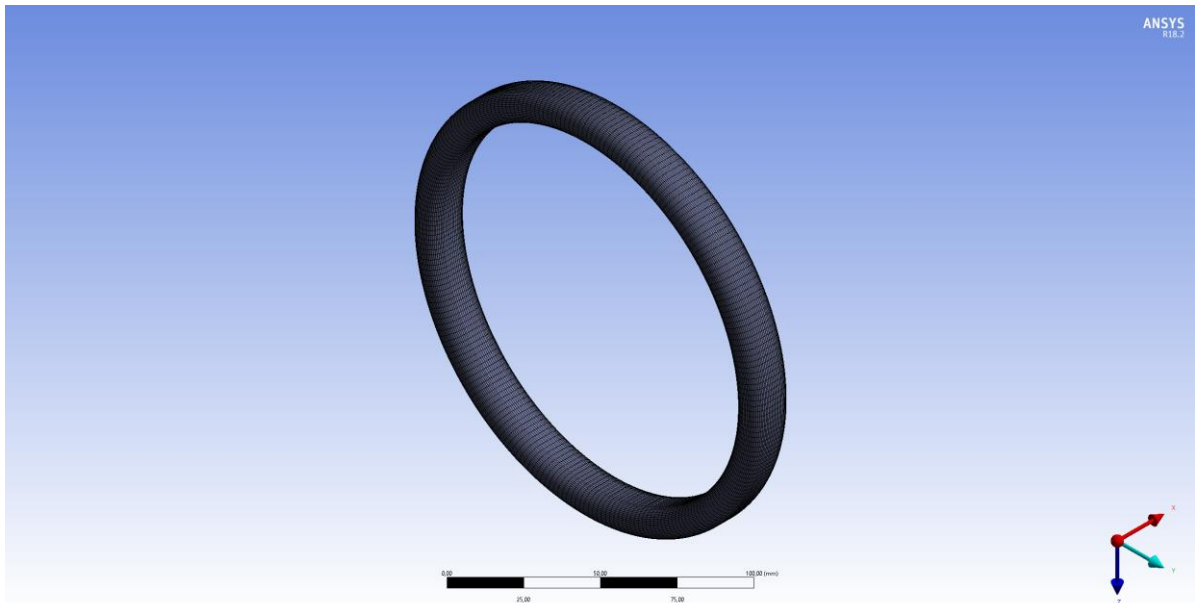


Bild 3: Vernetzung der gesamten Flanschverbindung

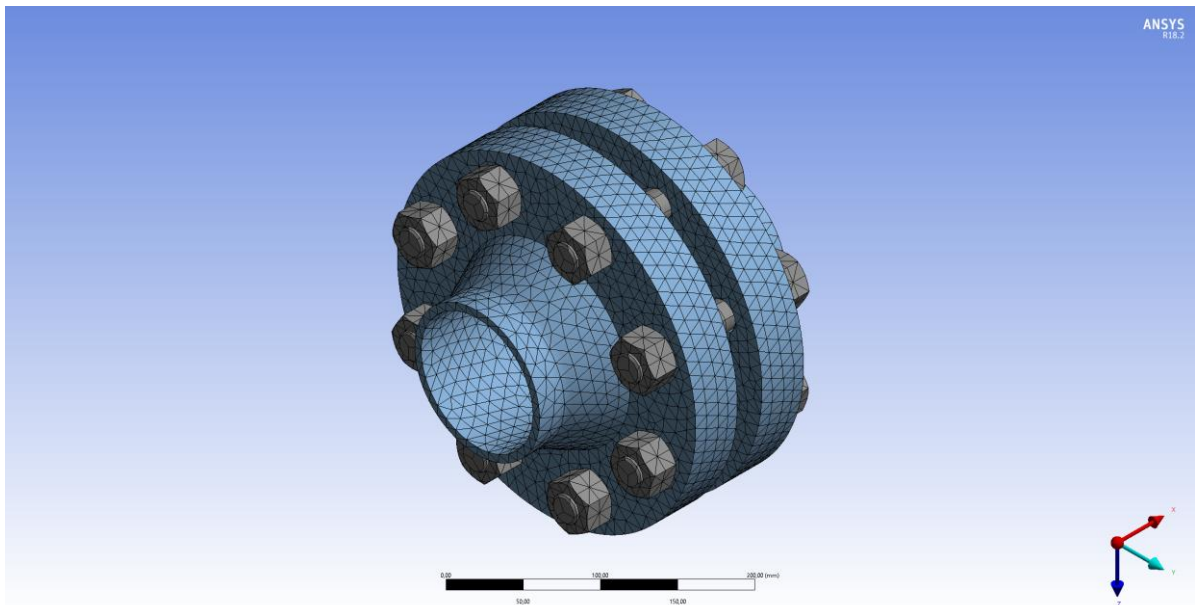
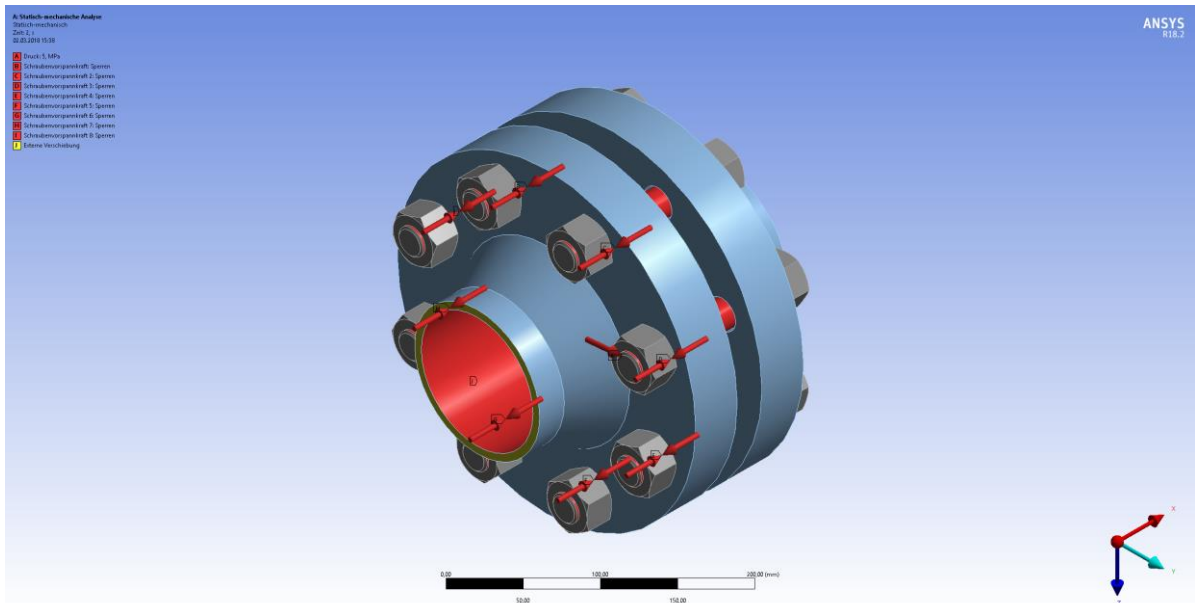


Bild 4: Statisch mechanisches Modell der gesamten Flanschverbindung



## 6. Berechnungsergebnisse

Bild 5: Max. Vergleichsspannung an der gesamten Flanschverbindung, Schnittmodell

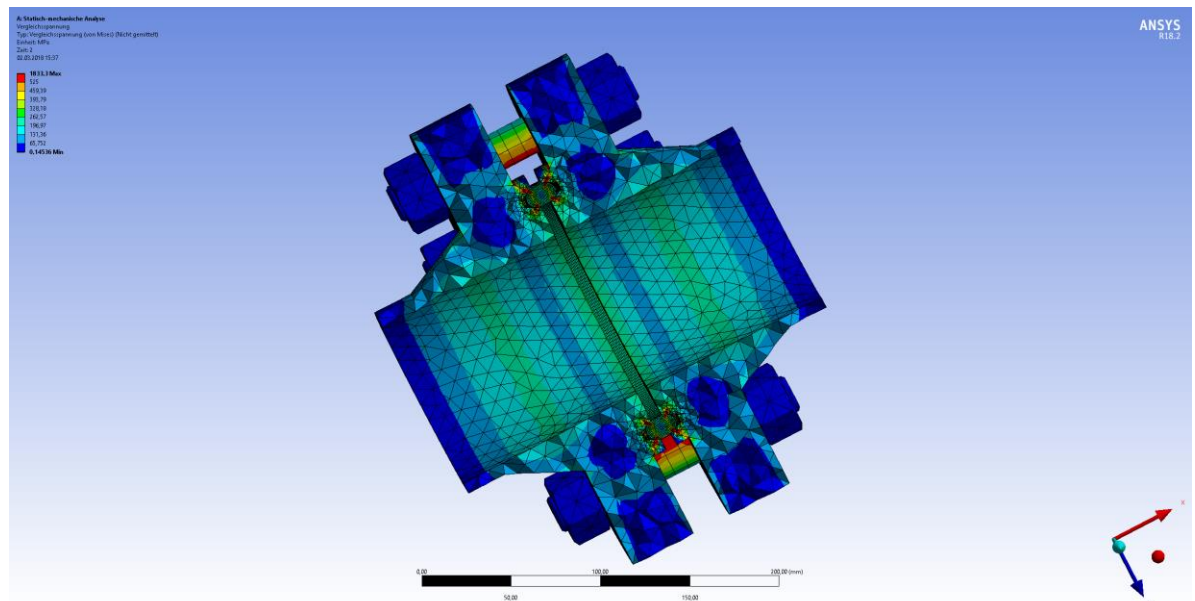


Bild 6: Max. Vergleichsspannung an der ovalen RTJ Dichtung, 724 MPa an den Kontaktflächen der Dichtung, im Gegensatz zu 1189 MPa nach den üblichen Regelwerken

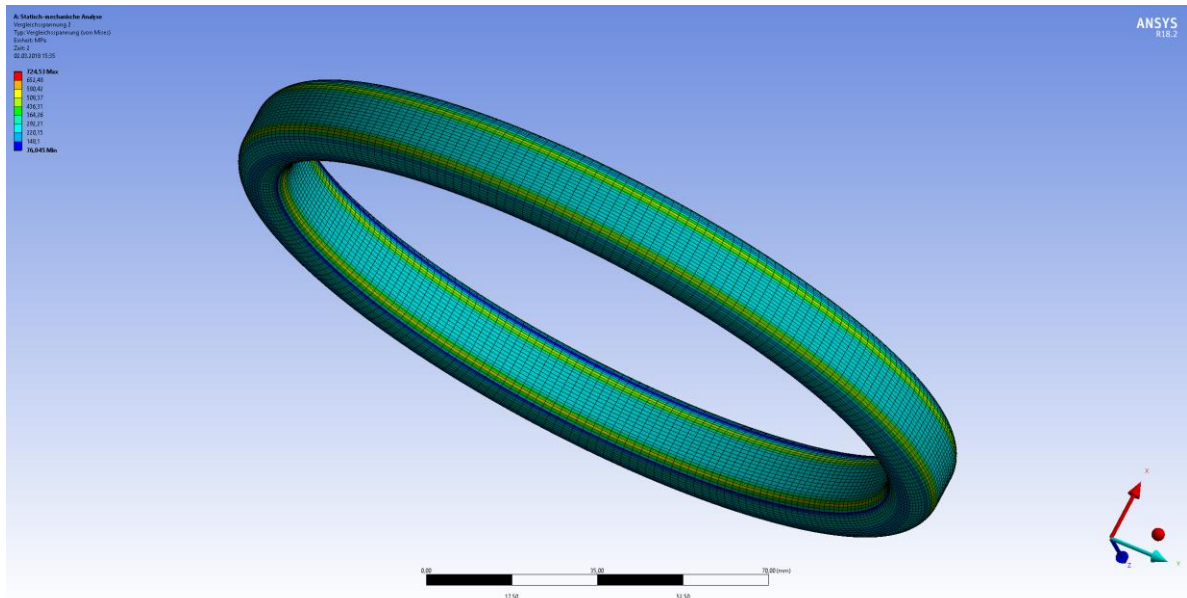


Bild 7: Max. Vergleichsdehnung an den Kontaktflächen der ovalen RTJ Dichtung (4,7% Dehnung)

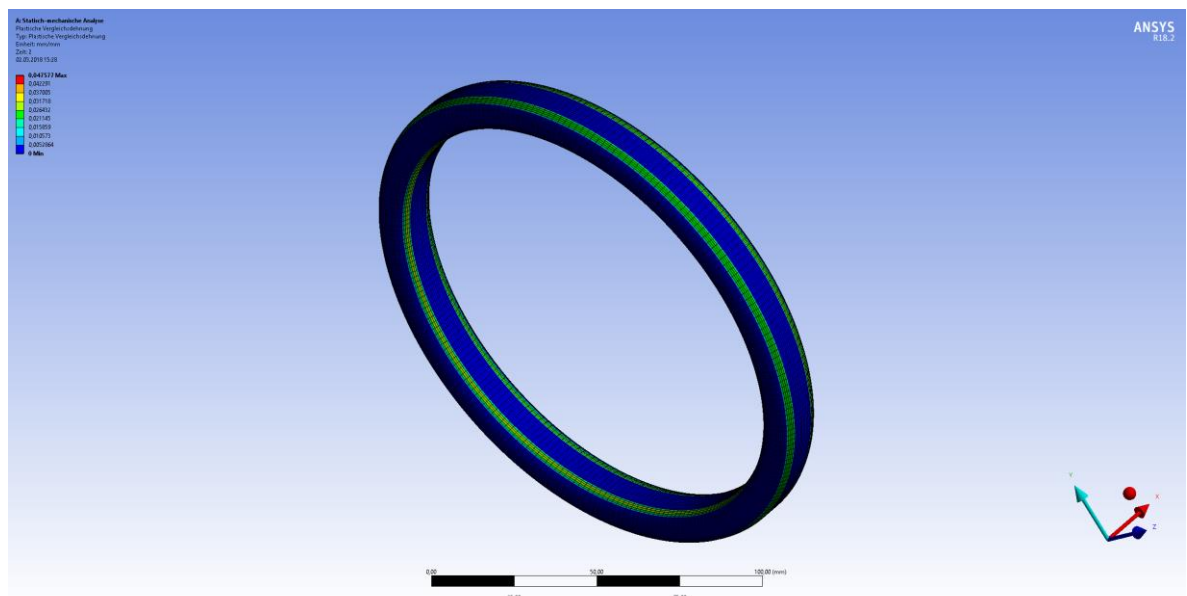


Bild 8: Max. Vergleichsspannung an der ovalen RTJ Dichtung

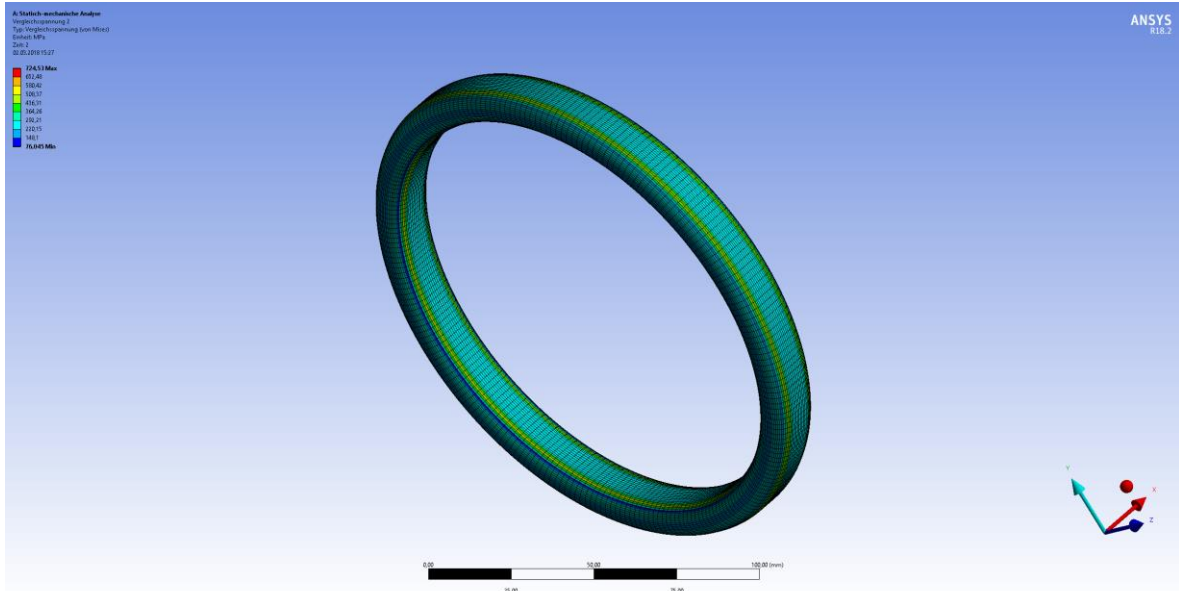


Bild 9: Max. Flächenpressung an den Kontaktbereichen der ovalen RTJ Dichtung, gemittelt

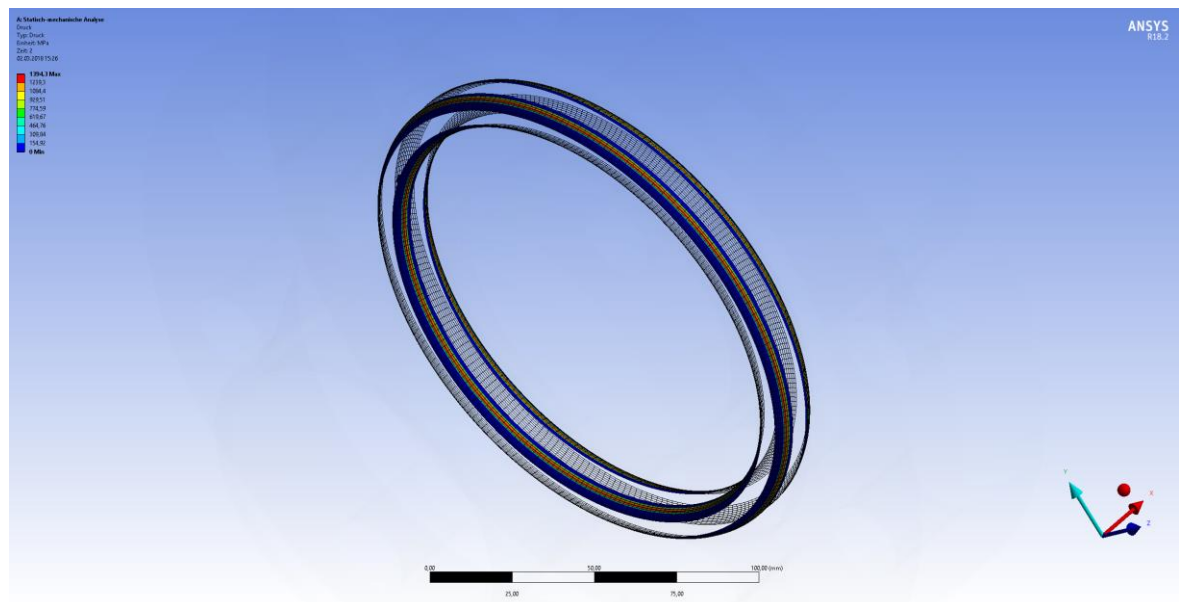


Bild 10: Max. Flächenpressung an den Kontaktbereichen der ovalen RTJ Dichtung, nicht gemittelt

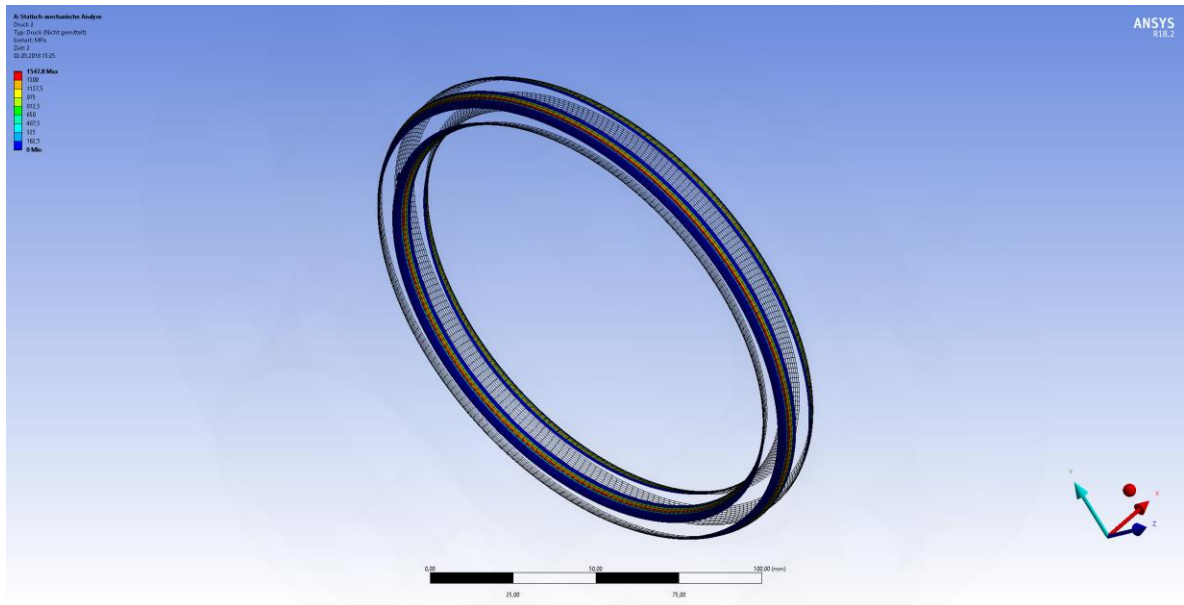
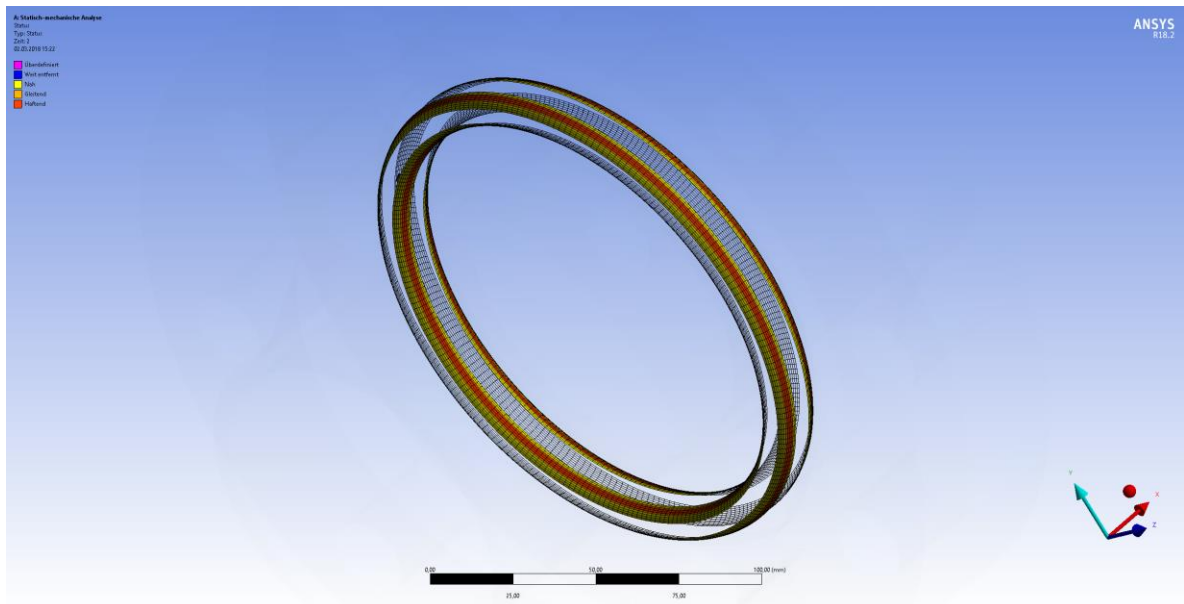


Bild 11: Kontaktbereiche der ovalen RTJ Dichtung mit den RTJ Nuten an den Flanschen



Die Kontaktflächenbreite beträgt ca. 2,8 mm sowohl an der Innenseite als auch an der Aussenseite also ca. 5,6 mm gegenüber 1,39 mm gemäss ASME VIII Div.1, App.2 ( $w/8 = 11,11 \text{ mm}/8 = 1,39 \text{ mm}$ , wobei  $w = A$ ), d.h. die realen Kontaktflächen sind um den Faktor 4 grösser gegenüber ASME VIII Div.1, App.2 festgelegt.

## 6. Zusammenfassung

Die konventionelle analytische Berechnung nach ASME VIII Div.1, App.2 weicht erheblich von der numerischen Berechnung nach der FEM ab.

Nach dem AD 2000-Regelwerk ist die Dichtfläche bei ovalen RTJ-Dichtungen, in Tafel 1 in den alten Versionen mit 1,6 mm für Flüssigkeiten und 2 mm für Gase, ebenfalls abweichend von der realen Dichtflächenbreite festgelegt worden. Ab 2015 wird auf die Angaben der Hersteller verwiesen.

<b>Tab. 1: Dichtungsbreiten nach FEM im Vergleich zu Regelwerksvorgaben</b>			
	<b>Dichtflächenbreite</b>	<b>Abweichung von FEM</b>	
<b>Regelwerk / Berechnung</b>	<b>mm</b>	<b>Faktor</b>	<b>%</b>
<b>AD 2000-B7 (alt)</b> (Medium = Flüssigkeit / Gas)	<b>1,6 / 2</b>	<b>3,5 / 2,8</b>	<b>350 / 280</b>
<b>ASME VIII Div.1, App. 2</b>	<b>1,39</b>	<b>4,0</b>	<b>400</b>
<b>FEM</b>	<b>5,6</b>	<b>1</b>	

Die Tabelle (Tab.1) stellt die Dichtflächenbreiten für die RTJ-Dichtung übersichtlich dar.

Mehr zu Schrauben, Flanschen, Dichtungen und Dichtsystemen und deren Montage finden Sie in dem von uns herausgegebenen Dichtungsvademecum (ISBN-13: 978-3-934736-23-8, PP Publico Publications, [www.pp-publico.de](http://www.pp-publico.de)), in der lizenzierten Übersetzung der ASME PCC-1-2010 zur Montage von genormten Stahlflanschverbindungen (ISBN-13: 978-3-934736-22-1, PP Publico Publications, [www.pp-publico.de](http://www.pp-publico.de)) und in unserem Handbuch „Technische Informationen für Dichtverbindungen“ ([www.flangevalid.com](http://www.flangevalid.com)). Unser neustes Buch „10 Schritte zur optimalen, auf Dauer technisch dichten Dichtverbindung“ (ISBN-13: 978-3-934736-27-6) ist beim Verlag PP Publico Publications herausgekommen.

Weitere interessante Informationen zu verschiedenen Themen finden Sie auf der Homepage [www.flangevalid.com](http://www.flangevalid.com).

Zur technischen Beratung stehe ich Ihnen selbstverständlich gerne auch kurzfristig persönlich zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen aus Bremen  
Dipl.-Ing. Gerd Lannewehr

### **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.

© Dipl.-Ing. Gerd Lannewehr /  flangevalid

Stand 09.03.2018