

● Technische Information



● FEM Analyse einer Flanschverbindung DN100 PN100 mit Dichtlinse nach DIN 2696 aus Weicheisen

1. Ziel der FEM Analyse

Durch die FEM Analyse sollen die in der Praxis angewendeten Dichtungsbreiten von Linsendichtungen, z.B. EN-1591 analytisch überprüft werden.

2. Einleitung

Bei der Flanschauslegung für Flansche mit Dichtlinse werden im allgemeinen Dichtungsbreiten rechnerisch zugrundegelegt, die nicht so ohne weiteres nachvollziehbar sind. Die EN 1591 berücksichtigt einen effektiven Dichtungsdurchmesser. Der Unterschied der Annahmen für die analytischen Berechnungen, z.B. nach EN 1591, zu den realen Verhältnissen, ist eine tatsächlich deutlich größere Kontaktdichtfläche als angenommen. Desweiteren 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 der Streckgrenze $R_{p0,2}$ des Schraubenmaterials mit 70% gewählt, anschliessend wird der Designdruck von 100 bar (10MPa) appliziert.

4. Materialien

Die verwendeten Materialien sind P250GH für die Flansche, 42CrMo4 für die Gewindebolzen und die Muttern, sowie Weicheisen Armco für die Linsen Dichtung. Der Dichtung werden zusätzlich bilineare Materialeigenschaften zugeordnet, um die Plastifizierung in der Berechnung zu berücksichtigen. Als Reibung an den Dichtungskontaktflächen wurde ein Reibwert $\mu = 0,15$ 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

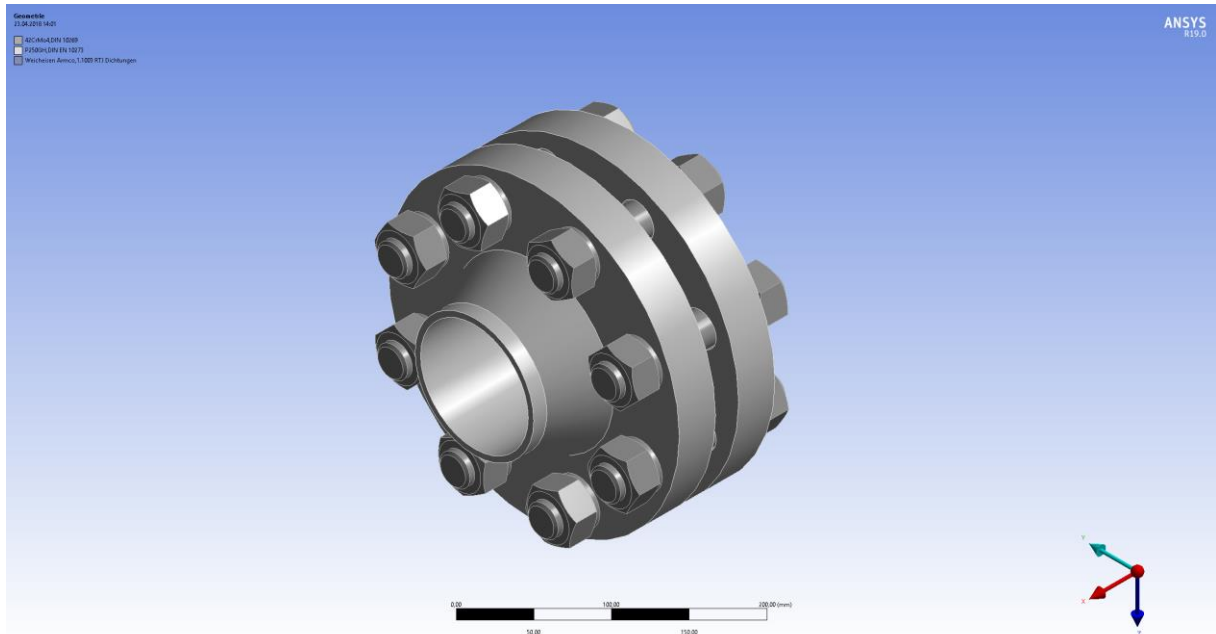


Bild 2: Vernetzung der Dichtlinse

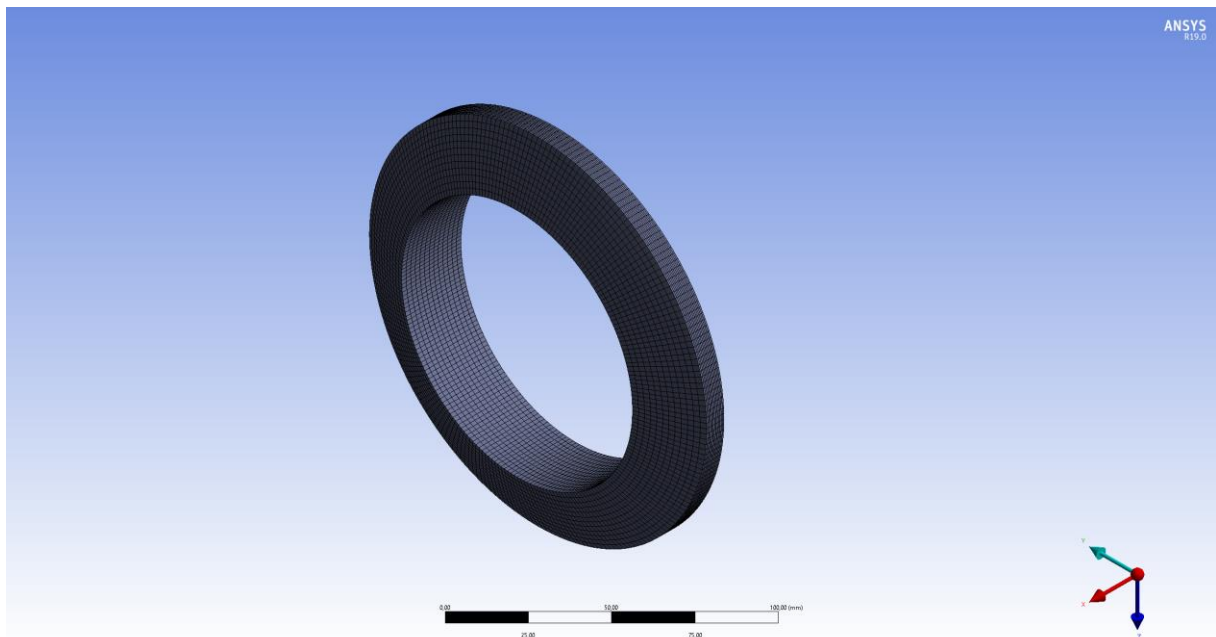


Bild 3: Vernetzung der gesamten Flanschverbindung

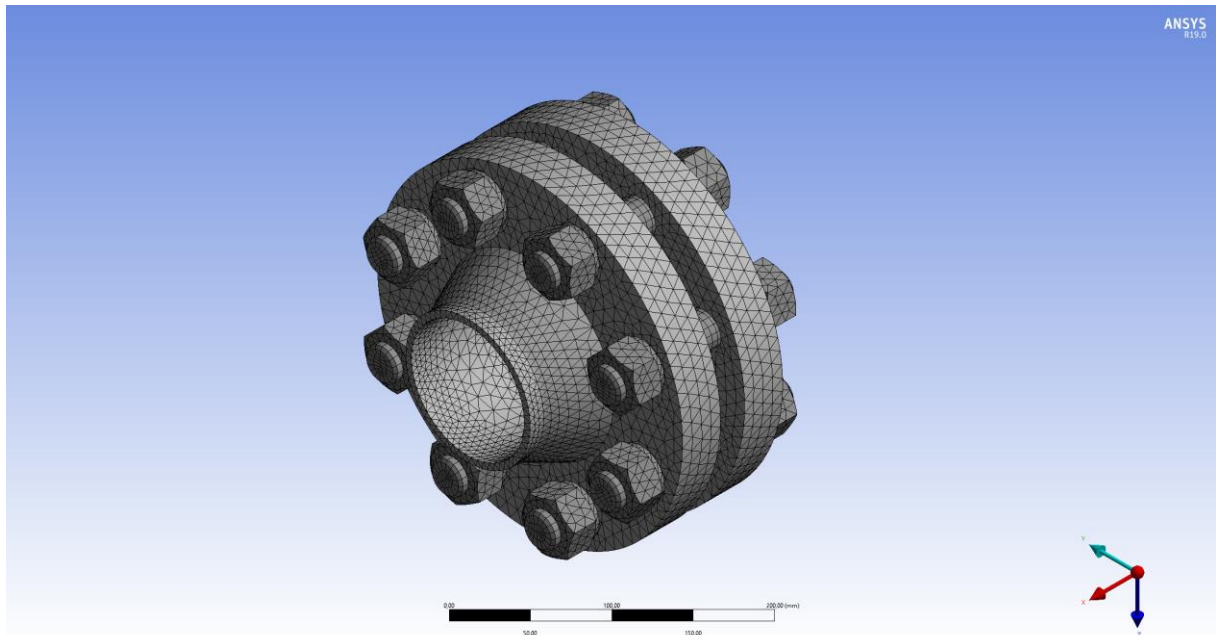
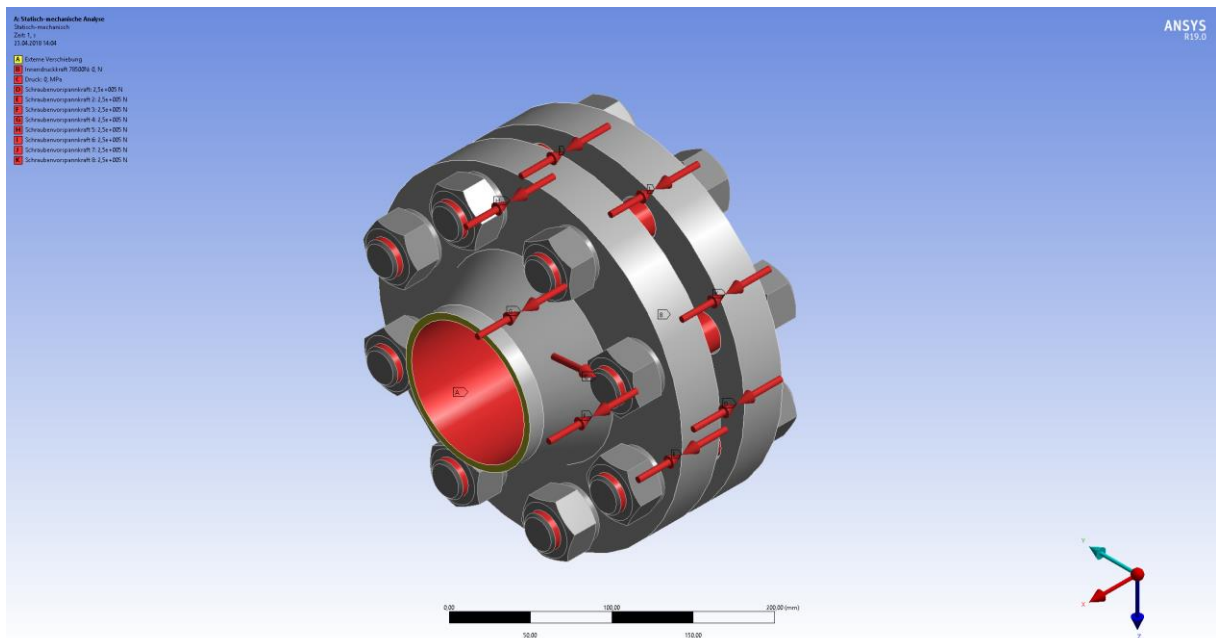


Bild 4: Statisch mechanisches Modell der gesamten Flanschverbindung



6. Berechnungsergebnisse

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

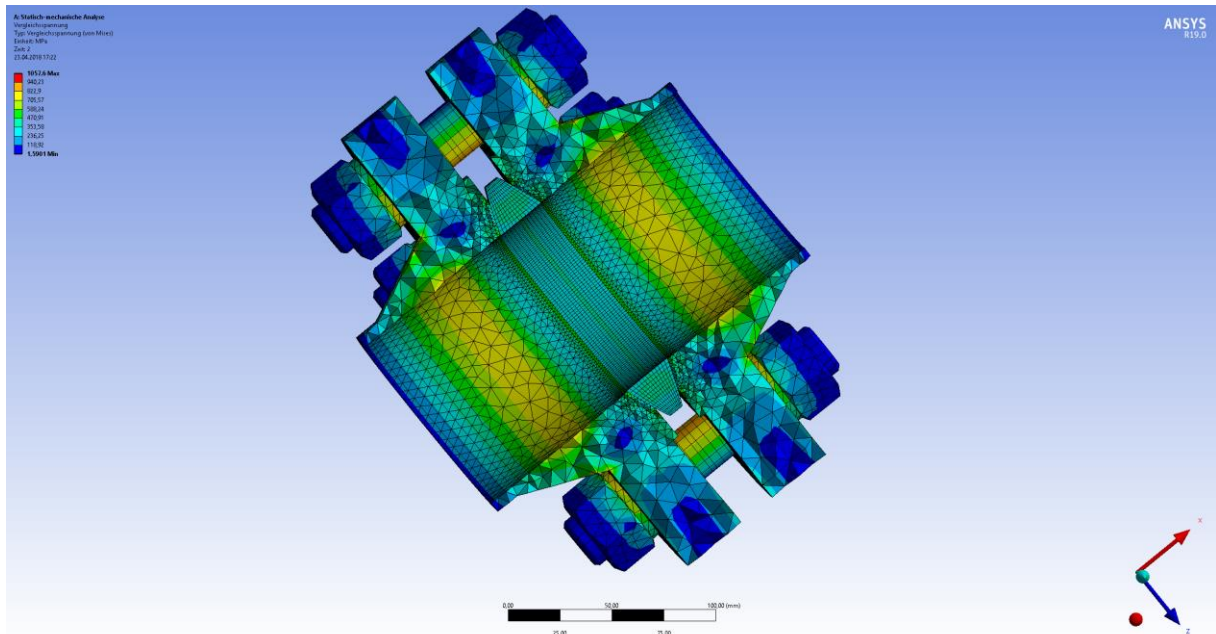


Bild 6: Max. Vergleichsspannung an der Dichtlinie, 330 MPa an den Kontaktflächen der Dichtung, im Gegensatz zu 234 MPa, gemäss EN-1591 (allerdings mit 30% Ausnutzung der Streckgrenze der Schrauben, wie in der EN 1591 für den Montagefall verlangt)

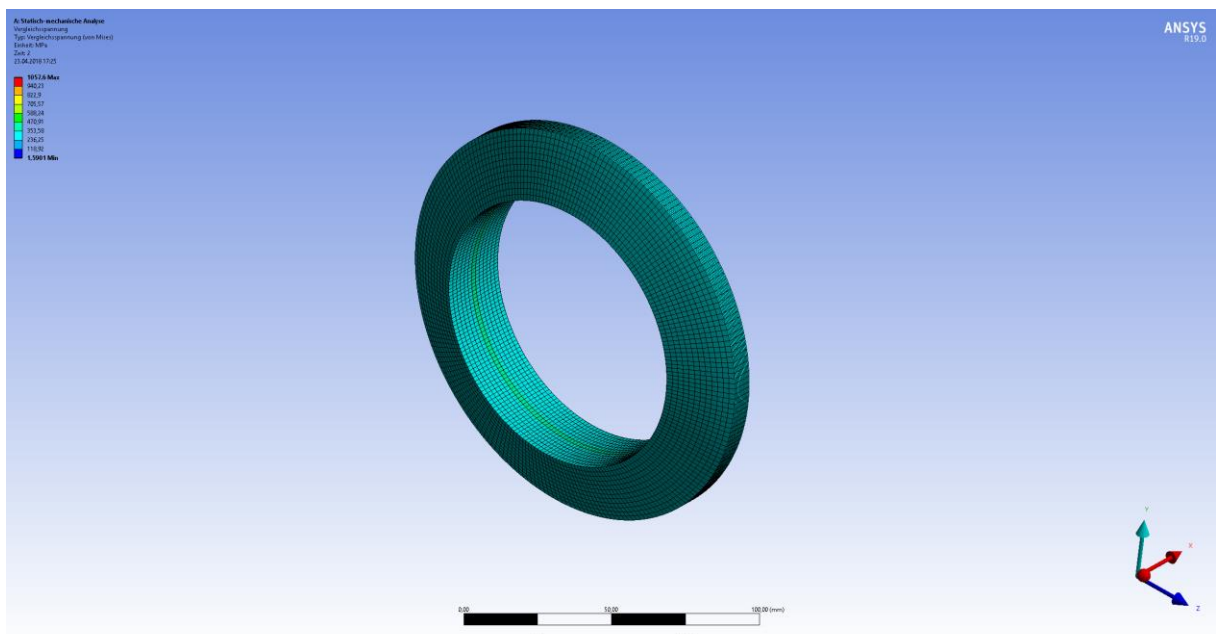


Bild 7: Max. Vergleichsdehnung an den Kontaktflächen der Dichtlinse (2,1% Dehnung)

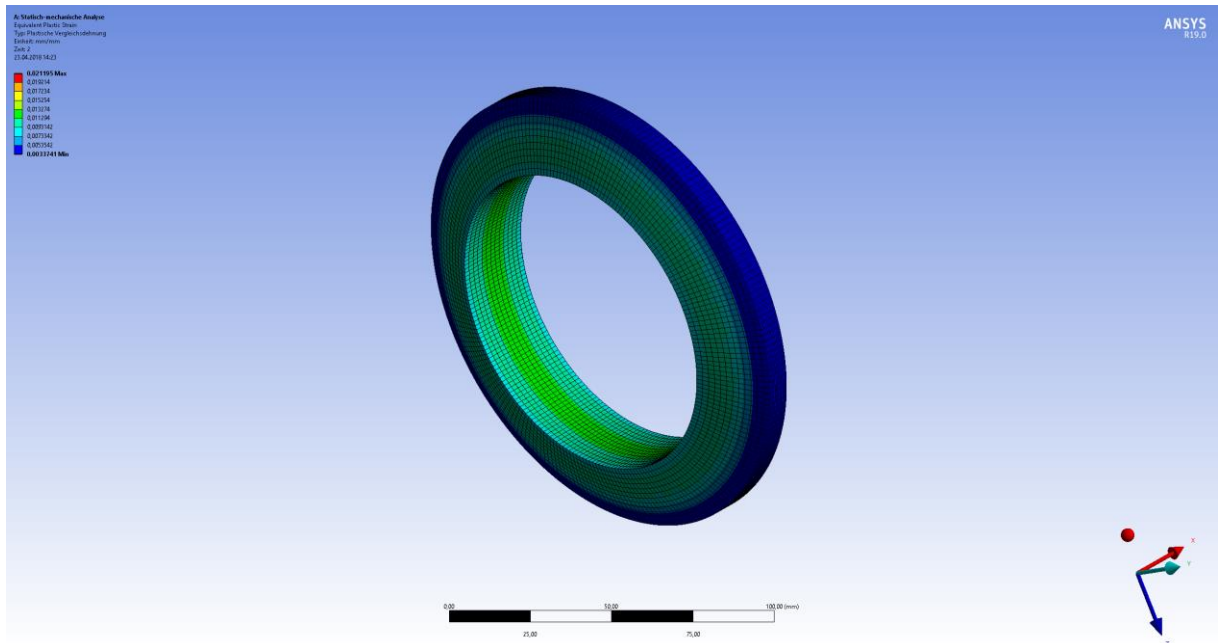


Bild 8: Max. Flächenpressung an den Kontaktbereichen der Dichtlinse zum Flansch

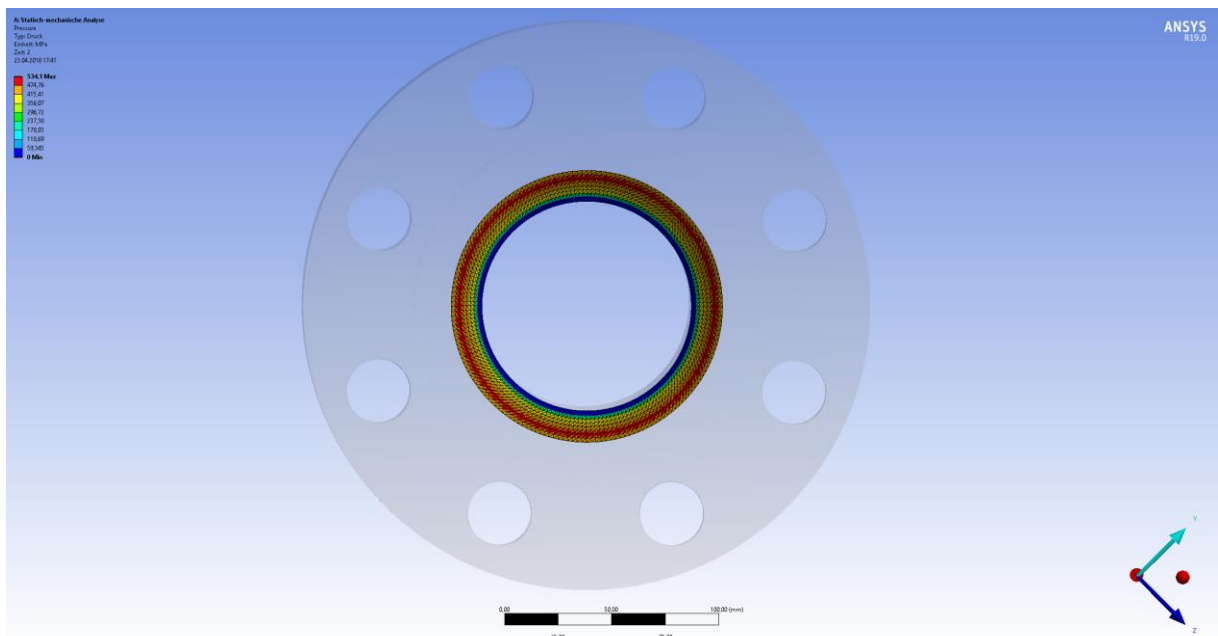


Bild 9: Kontaktfläche der Dichtlinse

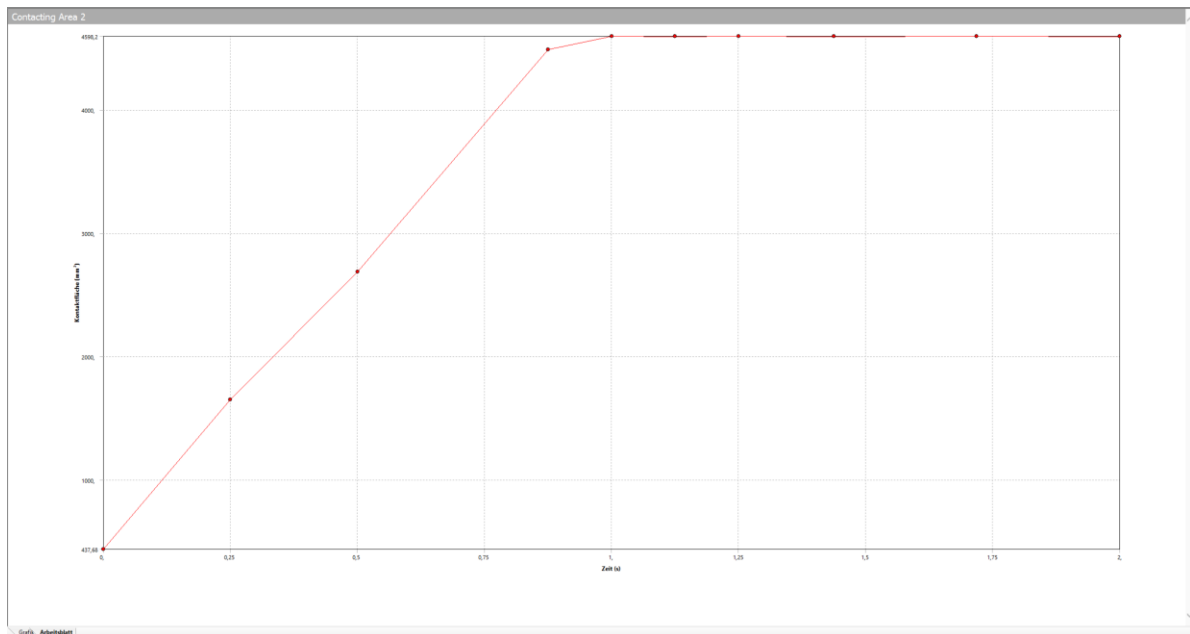
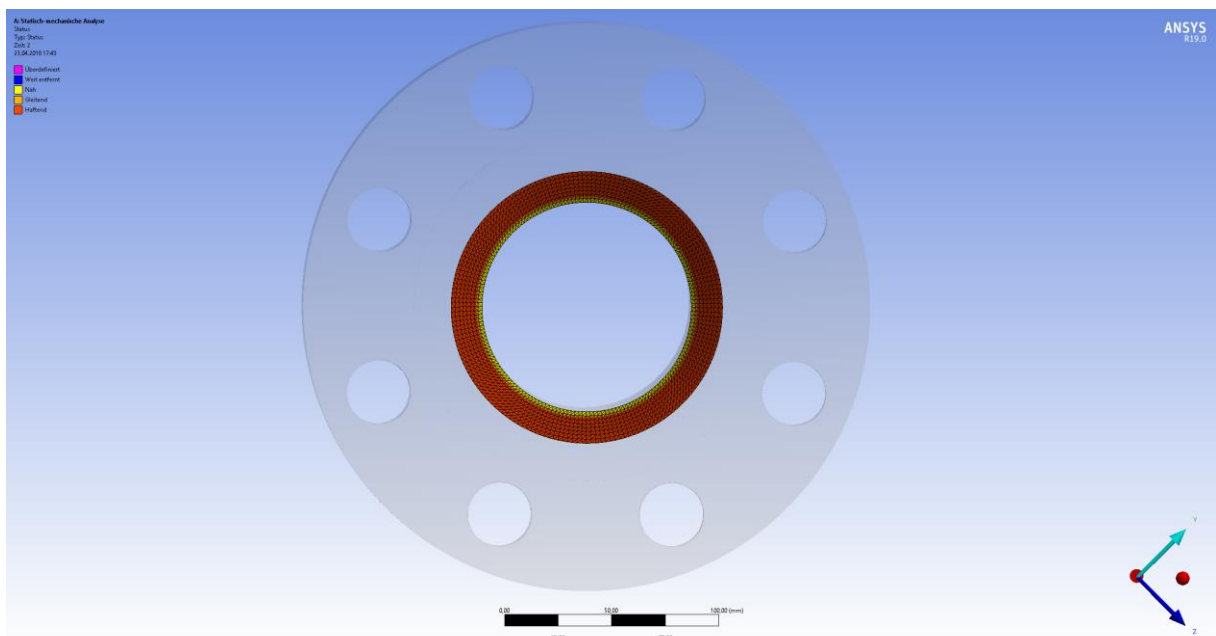


Bild 10: Kontaktbereiche der Dichtlinse mit den Dichtflächen an den Flanschen



Die Kontaktfläche beträgt ca. 4.598 mm² gegenüber 2.210 mm², gemäss EN-1591, d.h. die realen Kontaktflächen sind um den Faktor 2,1 grösser, als die angenommene, analytisch errechnete.

6. Zusammenfassung

Die konventionelle analytische Berechnung nach EN 1591, weicht erheblich von der numerischen Berechnung nach der FEM ab.

Tab. 1: Dichtungsbreiten nach FEM im Vergleich zu Regelwerksvorgaben			
Regelwerk / Berechnung	Dichtfläche	Abweichung von FEM	
	mm ²	Faktor	%
EN 1591-1	2.210	2,1	210
FEM	4.598	1	100

Die Tabelle (Tab.1) stellt die Dichtflächenbreiten für die Dichtlinse 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), 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) und in unserem Handbuch „Technische Informationen für Dichtverbindungen“ (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.

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 27.04.2018