

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURESystematische Berechnung hochbeanspruchter  
Schraubenverbindungen  
Mehrschraubenverbindungen  
Systematic calculation of highly  
stressed bolted joints  
Multi bolted jointsVDI 2230  
Blatt 2 / Part 2Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.**The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite
Vorbemerkung .....	3
Einleitung .....	3
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	3
<b>2 Normative Verweise</b> .....	5
<b>3 Begriffe</b> .....	5
3.1 Grundlagen .....	5
3.2 Arten von Schraubenfeldern .....	7
<b>4 Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	8
<b>5 Berechnungsverfahren und Lösungsansätze</b> .....	14
5.1 Einführung .....	14
5.2 Verfahren der Starrkörpermechanik .....	15
5.3 Verfahren der Elastomechanik .....	16
5.4 Numerische Methoden .....	17
<b>6 Analytische Berechnungen</b> .....	18
6.1 Lastverteilung und Schraubenbelastung .....	18
6.2 Vorgehensweise .....	19
6.3 Starrkörpermechanik .....	20
6.3.1 Nicht rotationssymmetrische Schraubenfelder .....	20
6.3.2 Rotationssymmetrische Schraubenfelder: Kreisflansch ...	29
6.4 Elastomechanik .....	32
6.4.1 Grundsätzliches Vorgehen .....	33
6.4.2 Beispiele .....	34
6.4.3 Lagerung von Struktur und SV ..	36
6.4.4 Elastomechanische Modelle für Struktur und Schraubenfeld .....	38
6.4.5 Lastverteilung bei MV bei Modellierung als elastisch gebetteter Biegebalken .....	39
6.4.6 Näherungsverfahren nach <i>Ritz</i> ...	45
6.4.7 Höchstbelastete SV .....	46
6.4.8 Abstand <i>a</i> .....	46
6.5 Herauslösen einer einzelnen Verbindung .....	46

Contents	Page
Preliminary note .....	3
Introduction .....	3
<b>1 Scope</b> .....	3
<b>2 Normative references</b> .....	5
<b>3 Terms and definitions</b> .....	5
3.1 Fundamentals .....	5
3.2 Types of bolt array .....	7
<b>4 Symbols and abbreviations</b> .....	8
<b>5 Calculation methods and approaches to solutions</b> .....	14
5.1 Introduction .....	14
5.2 Methods of rigid body mechanics .....	15
5.3 Methods of elastomechanics .....	16
5.4 Numerical methods .....	17
<b>6 Analytical calculations</b> .....	18
6.1 Load distribution and bolt loading .....	18
6.2 Procedure .....	19
6.3 Rigid body mechanics .....	20
6.3.1 Non-rotationally symmetrical bolt arrays .....	20
6.3.2 Rotationally symmetrical bolt arrays: circular flange .....	29
6.4 Elastomechanics .....	32
6.4.1 Basic procedure .....	33
6.4.2 Examples .....	34
6.4.3 Support of structure and BJ .....	36
6.4.4 Elastomechanical models for structure and bolt array .....	38
6.4.5 Load distribution in MBJs when modelled as an elastically bedded bending beam .....	39
6.4.6 The Ritz approximative method .....	45
6.4.7 Most highly loaded BJ .....	46
6.4.8 Distance <i>a</i> .....	46
6.5 Separation of an individual joint .....	46

VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP)

Fachbereich Getriebe und Maschinenelemente

VDI-Handbuch Produktentwicklung und Konstruktion

	Seite		Page		
6.6	Schraubenreihe unter momentenfreier Querbela <sup>st</sup> ung .....	47	6.6 Bolt row under momentless transverse loading .....	47	
6.6.1	Beschreibung des Bela <sup>st</sup> ungsfall.....	47	6.6.1 Description of the loading case .....	47	
6.6.2	Bela <sup>st</sup> ungsverteilung bei Querla <sup>ng</sup> sbe <sup>l</sup> astung.....	48	6.6.2 Load distribution with transverse longitudinal loading .....	48	
6.6.3	Berechnungsmodell.....	50	6.6.3 Calculation model.....	50	
6.6.4	Sonderfall Pass-Schrauben- Verbindungen.....	54	6.6.4 Special case of close-fitting bolt joints .....	54	
6.6.5	Gestaltungshinweise .....	55	6.6.5 Design information .....	55	
<b>7</b>	<b>Anwendung der Finite-Elemente- Methode</b> .....	<b>57</b>	<b>7 Application of finite element method</b> .....	<b>57</b>	
7.1	Grundlegende Vorgehensweise.....	57	7.1 Basic procedure .....	57	
7.2	Modellierung.....	58	7.2 Modelling.....	58	
7.2.1	Modellklassen .....	58	7.2.1 Model classes.....	58	
7.2.2	Spezifische Modelleigenschaften.....	60	7.2.2 Specific model properties .....	60	
7.3	Ableitung der Berechnungsgrößen aus der FE-Rechnung .....	75	7.3 Derivation of the calculation quantities from the FE calculation .....	75	
7.3.1	Nachgiebigkeiten .....	76	7.3.1 Compliances .....	76	
7.3.2	Schraubennennbeanspruchung Montagezustand .....	79	7.3.2 Nominal bolt loading in the assembly state .....	79	
7.3.3	Schraubenzusatzbeanspruchung durch äußere Betriebslasten .....	79	7.3.3 Additional bolt load from external operating loads.....	79	
7.3.4	Flächenpressung.....	83	7.3.4 Surface pressure.....	83	
7.3.5	Abheben, Klaffen, Rutschen .....	84	7.3.5 Lifting off, opening up, sliding..	84	
7.4	Tragfähigkeitsnachweis von Ein- und Mehrschraubenverbindungen in Anlehnung an die Richtlinie VDI 2230 Blatt 1.....	85	7.4 Load-carrying capacity analysis of single- and MBJs adapted from standard VDI 2230 Part 1 .....	85	
<b>Anhang</b>	<b>Korrigierte analytische Berechnungen unter Beachtung des elastischen Verhaltens der Struktur .....</b>	<b>90</b>	<b>Annex</b>	<b>Corrected analytical calculations taking into account the elastic behaviour of the structure.....</b>	<b>90</b>
A1	Schraubenfelder unter Torsionsbe <sup>l</sup> astung .....	90	A1	Bolt arrays under torsional loading .....	90
A2	Schraubenfeld unter Zugbe <sup>l</sup> astung.....	92	A2	Bolt arrays under tensile load .....	92
Schrifttum	.....	93	Bibliography	.....	93