

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURESystematische Berechnung hochbeanspruchter
Schraubenverbindungen
Mehrschraubenverbindungen
Systematic calculation of highly
stressed bolted joints
Multi bolted joints

VDI 2230

Blatt 2 / Part 2

Ausg. 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
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweise	5
3 Begriffe	5
3.1 Grundlagen	5
3.2 Arten von Schraubenfeldern	7
4 Formelzeichen und Abkürzungen	8
5 Berechnungsverfahren und Lösungsansätze	14
5.1 Einführung	14
5.2 Verfahren der Starrkörpermechanik	15
5.3 Verfahren der Elastomechanik	16
5.4 Numerische Methoden	17
6 Analytische Berechnungen	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
1 Scope	3
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	5
3.1 Fundamentals	5
3.2 Types of bolt array	7
4 Symbols and abbreviations	8
5 Calculation methods and approaches to solutions	14
5.1 Introduction	14
5.2 Methods of rigid body mechanics	15
5.3 Methods of elastomechanics	16
5.4 Numerical methods	17
6 Analytical calculations	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
6.6 Schraubenreihe unter momentenfreier Querbelastrung	47
6.6.1 Beschreibung des Belastungsfall.....	47
6.6.2 Belastungsverteilung bei Querlängsbelastung.....	48
6.6.3 Berechnungsmodell.....	50
6.6.4 Sonderfall Pass-Schrauben-Verbindungen.....	54
6.6.5 Gestaltungshinweise	55
7 Anwendung der Finite-Elemente-Methode	57
7.1 Grundlegende Vorgehensweise.....	57
7.2 Modellierung.....	58
7.2.1 Modellklassen	58
7.2.2 Spezifische Modelleigenschaften	60
7.3 Ableitung der Berechnungsgrößen aus der FE-Rechnung	75
7.3.1 Nachgiebigkeiten	76
7.3.2 Schraubennennbeanspruchung Montagezustand	79
7.3.3 Schraubenzusatzbeanspruchung durch äußere Betriebslasten	79
7.3.4 Flächenpressung.....	83
7.3.5 Abheben, Klaffen, Rutschen	84
7.4 Tragfähigkeitsnachweis von Ein- und Mehrschraubenverbindungen in Anlehnung an die Richtlinie VDI 2230 Blatt 1.....	85
Anhang Korrigierte analytische Berechnungen unter Beachtung des elastischen Verhaltens der Struktur	90
A1 Schraubenfelder unter Torsionsbelastung	90
A2 Schraubenfeld unter Zugbelastung.....	92
Schrifttum	93

	Page
6.6 Bolt row under momentless transverse loading	47
6.6.1 Description of the loading case	47
6.6.2 Load distribution with transverse longitudinal loading	48
6.6.3 Calculation model.....	50
6.6.4 Special case of close-fitting bolt joints	54
6.6.5 Design information	55
7 Application of finite element method	57
7.1 Basic procedure	57
7.2 Modelling.....	58
7.2.1 Model classes.....	58
7.2.2 Specific model properties	60
7.3 Derivation of the calculation quantities from the FE calculation	75
7.3.1 Compliances	76
7.3.2 Nominal bolt loading in the assembly state	79
7.3.3 Additional bolt load from external operating loads.....	79
7.3.4 Surface pressure.....	83
7.3.5 Lifting off, opening up, sliding..	84
7.4 Load-carrying capacity analysis of single- and MBJs adapted from standard VDI 2230 Part 1	85
Annex Corrected analytical calculations taking into account the elastic behaviour of the structure.....	90
A1 Bolt arrays under torsional loading	90
A2 Bolt arrays under tensile load	92
Bibliography	93