

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Systematische Berechnung
hochbeanspruchter Schraubenverbindungen
Zylindrische Einschraubenverbindungen

VDI 2230

Blatt 1 / Part 1

Systematic calculation
of highly stressed bolted joints
Joints with one cylindrical bolt

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	Contents	Page
Vorbemerkung	3	Preliminary note	3
Einleitung	3	Introduction	3
1 Anwendungsbereich	5	1 Scope	5
2 Formelzeichen und Abkürzungen	6	2 Symbols and abbreviations	6
3 Kraft- und Verformungsverhältnisse	19	3 Load and deformation conditions.	19
3.1 Überblick über mögliche Berechnungsverfahren	20	3.1 Overview of the possible calculation methods.	20
3.2 Grundlagen zur Berechnung von Einschraubenverbindungen; Kraft- und Verformungsanalyse	20	3.2 Principles for calculating single-bolted joints; analysis of forces and deformation	20
3.2.1 Zentrisch verspannte Einschraubenverbindung	25	3.2.1 Concentrically clamped single-bolted joint	25
3.2.2 Exzentrisch verspannte Einschraubenverbindung	26	3.2.2 Eccentrically clamped single-bolted joint	26
3.2.3 Einseitiges Klaffen der Trennfuge	27	3.2.3 One-sided opening of the interface	27
3.2.4 Querkrafteinflüsse	28	3.2.4 Effects of transverse load	28
4 Rechenschritte	29	4 Calculation steps.	29
4.1 Übersicht	29	4.1 Overview	29
4.2 Erläuterungen	29	4.2 Explanations	29
5 Berechnungsgrößen	39	5 Calculation quantities	39
5.1 Elastische Nachgiebigkeiten der Verbindung	39	5.1 Elastic resiliences of the joint	39
5.1.1 Nachgiebigkeit der Schraube.	39	5.1.1 Resilience of the bolt	39
5.1.2 Nachgiebigkeit der aufeinanderliegenden verspannten Teile	42	5.1.2 Resilience of superimposed clamped parts	42
5.2 Krafteinleitung	55	5.2 Load introduction.	55
5.2.1 Ersatzwirkungslinie der axialen Betriebskraft – Abstand a	55	5.2.1 Substitutional line of action of the axial working load – distance a	55
5.2.2 Krafteinleitungsfaktor	55	5.2.2 Load introduction factor	55

VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP)

Fachbereich Produktentwicklung und Mechatronik

VDI-Handbuch Produktentwicklung und Konstruktion

	Seite		Page
5.3 Kraftverhältnis und Schraubenzusatzkraft	63	5.3 Load factor and additional bolt load . . .	63
5.3.1 Kraftverhältnisse und Schraubenzusatzkraft bis zur Abhebegrenze .	63	5.3.1 Load factors and additional bolt load up to the opening limit	63
5.3.2 Verhältnisse an der Abhebegrenze bei exzentrischer Belastung	67	5.3.2 Relationships at the opening limit in the case of eccentric loading . .	67
5.3.3 Verhältnisse bei klaffender Verbindung	70	5.3.3 Relationships at an opening joint .	70
5.4 Vorspannkraft	71	5.4 Preload	71
5.4.1 Mindestklemmkraft	71	5.4.1 Minimum clamp load	71
5.4.2 Vorspannkraftänderungen	71	5.4.2 Preload changes	71
5.4.3 Montagevorspannkraft und Anziehdrehmoment	75	5.4.3 Assembly preload and tightening torque	75
5.4.4 Hydraulisches reibungs- und torsionsfreies Anziehen	83	5.4.4 Hydraulic frictionless and torsion-free tightening	83
5.4.5 Mindestmontagevorspannkraft. . .	84	5.4.5 Minimum assembly preload. . . .	84
5.5 Beanspruchungen und Festigkeitsnachweis	84	5.5 Stresses and strength verification	84
5.5.1 Montagebeanspruchung	84	5.5.1 Assembly stress	84
5.5.2 Betriebsbeanspruchung	87	5.5.2 Working stress	87
5.5.3 Schwingbeanspruchung	92	5.5.3 Alternating stress	92
5.5.4 Flächenpressung an Schraubenkopf- und Mutterauflageflächen .	96	5.5.4 Surface pressure at the bolt head and nut bearing surfaces	96
5.5.5 Einschraubtiefe	97	5.5.5 Length of engagement.	97
5.5.6 Scherbelastung.	102	5.5.6 Shearing load	102
6 Gestaltungshinweise zur Erhöhung der Betriebssicherheit von Schraubverbindungen.	106	6 Design information for increasing the service reliability of bolted joints	106
6.1 Haltbarkeit der Schraubverbindung . .	106	6.1 Durability of the bolted joint.	106
6.2 Lockern und Losdrehen von Schraubverbindungen	108	6.2 Loosening of bolted joints	108
Anhang A Tabellen zur Berechnung	109	Annex A Calculation tables	109
Anhang B Berechnungsbeispiele	130	Annex B Calculation examples.	130
Anhang C Berechnung des Krafteinleitungsfaktors	171	Annex C Calculating the load introduction factor	171
C1 Herauslösen der Einschraubverbindung .	171	C1 Releasing the tapped thread joint	171
C2 Aufteilen der Verbindung in Teilplatten .	171	C2 Dividing the joint into component plates	171
C3 Aufteilen der Verbindung in Grund- und Anschlusskörper	171	C3 Dividing the joint into basic and connecting solids	171
C4 Berechnung der Krafteinleitungsfaktoren für die Teilkörper	172	C4 Calculating the load introduction factors for the component solids	172
C5 Berechnen des Krafteinleitungsfaktors für die gesamte Einschraubverbindung aus den Krafteinleitungsfaktoren der zentrisch verspannten Teilplatten	175	C5 Calculating the load introduction factor for the complete single-bolted joint from the load introduction factors of the concentrically clamped component plates . .	175
C6 Ermitteln des Einflusses einer exzentrischen Verspannung auf den Krafteinleitungsfaktor	175	C6 Determining the effect of eccentric clamping on the load introduction factor.	175
Anhang D Näherungsverfahren zur Ermittlung der Schraubenzusatzkraft bei partiell klaffenden Verbindungen	176	Annex D Approximative method for determining the additional bolt force in the case of partially opening joints. .	176
Schrifttum	179	Bibliography	179