

### ● Technische Information



### ● Anforderungen an die Montage geschraubter Verbindungen - VDI 2862 Blatt 2

Schraubenverbindungen sind komplexe Systeme. Fehlerhafte und versagende Schraubenverbindungen verursachen nicht messbare Schäden für die Umwelt, z.B. durch die Emissionen schädlicher Stoffe aus Rohrleitungen und Druckapparaten und messbare Schäden in Milliardenhöhe. Sie können als einer der Hauptfaktoren für mechanische System- und Anlagenausfälle eingestuft werden.

Die Montage geschraubter Verbindungen ist ein komplexer Vorgang. Außer in der Automobilindustrie wurden bis dahin weitestgehend keine Anforderungen an eine sicher funktionierende Schraubmontage und damit Schraubverbindung beachtet. Es geht darum, eine Verfahrenssicherheit ähnlich der, der geschweißten Verbindungen zu erzeugen, um unnötige Gefährdungen für Mensch und Umwelt durch sicher hergestellte Schraubverbindungen auszuschließen, und den Stand der Technik einzuhalten.

Mit der VDI 2862, Blatt 2:2015-02 „Mindestanforderungen an den Einsatz von Schraubsystemen und -werkzeugen - Anwendung im Anlagen-, Maschinen- und Apparatebau sowie für Flanschverbindungen an drucktragenden Bauteilen“, wurden die Anforderungen an die Werkzeuge und die Montageüberprüfung, in Abhängigkeit der Kategorie der Gefährdung zur Prozesssicherheit, festgelegt (Tab.1).

Tab.1: Definition der Gefährdungsklassen nach VDI 2862 Blatt 2, Abschnitt 3			
© Peter Thomsen · www.thomsen-bremen.de			
Absatz	Gefährdungsklasse	Beschreibung	mögliche Folgen
3.1	Kategorie A	Hohe Risikobewertung Gefahr für Leib, Leben und Umwelt	Versagen der Schraubstelle, Zerstörung der Anlage
3.2	Kategorie B	Mittlere Risikobewertung Funktionsstörung / Anlagenstillstand	Funktionsstörung bis hin zum Stillstand der Anlage, Komponente oder Maschine
3.3	Kategorie C	Niedrige Risikobewertung Unkritisch	Folgen entsprechen weder den Folgen nach Kategorie A oder B

Für die Hersteller und Betreiber von Druckgeräten gibt es im Anhang A mit der Tabelle A1, siehe Tabelle (Tab.2) eine Hilfestellung für die Beurteilung der Kategorien. Die Ausführungen sind ein Hinweis und führen nicht zur sicheren Beurteilung, für diese ist der Betreiber einer Anlage selbst verantwortlich. Die getroffene Festlegung der Kategorie muss Bestandteil der Bestellung eines Druckgerätes sein, um den Hersteller in die Lage zu versetzen, das richtige Verfahren anzuwenden. Gibt es keine Angaben, sollte man sich an die Anforderungen der Kategorie A halten, um unnötige Gefahren abzuwehren.

<b>Tab.2: VDI/VDE 2862 Blatt 2:2015-02 - Anhang 1 - Tabelle A1</b> <b>Zuordnung der Flanschverbindungen in drucktragenden Bauteilen zu den Kategorien nach druckbedingten Gefahren – Medienfreisetzung, Umweltgefahren</b> <small>© Peter Thomsen · www.thomsen-bremen.de</small>				
Rechtsgebiet	Kriterium	Risikobewertung		
		Kat. A Hoch	Kat. B Mittel	Kat. C Niedrig
DGRL	Prüfung durch benannte Stelle	X		
	Prüfung durch Hersteller		X	
	„Gute Ingenieurspraxis“			X
BetrSichV	Prüfung durch zuständige Überwachungsstelle (ZÜS)	X		
	Prüfung durch befähigte Person		X	
	Prüfung durch benannte Person			X
TA Luft	im Geltungsbereich		X	
WHG	Prüfung durch Sachverständigen	X		
	Wassergefährdungsklasse WGK 3/2		X	
	Wassergefährdungsklasse WGK 1			X

Die in Tabelle 2 getroffenen Festlegungen sind fragwürdig, denn z. B. die Festlegung zur TA Luft als Kategorie B, mittlere Risikobewertung, ist schon deshalb kritisch zu sehen, weil es im Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG), nach der TA Luft, um die Vermeidung und Reduzierung von Gefahren aus der Luftverschmutzung und damit für Mensch und Umwelt geht. Es besteht sogar einem Minimierungsgebot für schädliche Emissionen. Das sind eindeutige Kriterien für die Kategorie A, hohe Risikobewertung. Nach dem Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) der BetrSichV, der TRBS 2141 ist alles, was unter Druck steht, mit Risiko zu sehen, damit müssten auch hier die Anforderungen grundsätzlich der Kategorie A eingehalten werden. Gleich zu sehen wäre es bei der Druckgeräte-Richtlinie DGRL/PED (Richtlinie 2014/68/EU, ehemals 97/23/EG) und dem Wasserhaushaltsgesetz WHG. Hier sei nochmals der Hinweis darauf gestattet, dass die Entscheidung für die Einteilung vom Betreiber eigenverantwortlich getroffen werden muss.

Die VDI 2862, Blatt 2 nennt die Mindestanforderungen an die Kategorien im Abschnitt 3 (Tab.3).

<b>Tab.3: VDI/VDE 2862 Blatt 2:2015-02: 3.4 Mindestanforderungen an die Kategorien</b> <small>© Peter Thomsen · www.thomsen-bremen.de</small>
vorhandenen Kenndaten der Schraubverbindung
vorhandene Definition von Oberflächen und Schmierung
<b>qualifiziertes und geschultes Montagepersonal</b> <b>(Ergänzung des Verfassers: beauftragtes fachkundiges Personal nach BetrSichV §10 Abschnitt (2))</b>
vorhandene Kenntnisse zu Schraubverfahren, Schraubparameter oder Toleranzen

In der folgenden Tabelle (Tab.4) werden die Anforderungen aufgezeigt. Es sei hiermit besonders auf die besonderen Anforderungen an die Überwachung des Montagesystems, die Prüfung, Bewertung der montierten Schraubverbindung bei Verwendung von Handwerkzeugen,

durch erhöhte Stichprobenzahl und die erforderliche Validierung durch eine unabhängige geschulte (nach BetrSichV, §2, Abschnitt (6) „befähigte“) Person hingewiesen.

Tab.4: Anforderungen an das Montagewerkzeug und die Bewertung des Montageergebnisses nach VDI 2862 Blatt 2:2015-02 © Peter Thomsen · www.thomsen-bremen.de					
Kategorie/ Abschnitt	Kriterium Werkzeugart	Anforderung an das Montagesystem			
		Steuergröße <sup>1)</sup>	Kontrollgröße <sup>2)</sup>	Überwachung des Systems	Bewertung i.O./n.i.O.
A hoch  3.5	Handgeführtes Schraubsystem z.B. Hydraulikschrauber	X <sup>3)</sup>	X <sup>3)</sup>	Selbsttest für Größen, redundant aufgebaute Messsensorik, regelmäßige Prüfung der Mess- und Wiederholgenauigkeit	Stichproben <sup>5)</sup>
	Handgehaltenes Schraubsystem z.B. elektrischer Schrauber	X <sup>4)</sup>	X <sup>4)</sup>	Selbsttest, Fehlererkennung durch Schnittstelle, regelmäßige Prüfung der Mess- und Wiederholgenauigkeit	Stichproben <sup>5)</sup>
	Handwerkzeug mit Steuergröße z.B. Drehmomentschlüssel	X <sup>4)</sup>	X <sup>4)</sup>	regelmäßige Prüfung der Mess- und Wiederholgenauigkeit	Stichproben <sup>5) 6)</sup>
	Handwerkzeug ohne Steuergröße <sup>7)</sup> z.B. Ringschlüssel, Schlag-schlüssel	X <sup>7)</sup>	X <sup>8)</sup>	nicht möglich, deshalb ist die Erhöhung der Stichprobenanzahl erforderlich	Stichproben <sup>5) 6)</sup>
B mittel  3.6	Handgeführtes Schraubsystem z.B. Hydraulikschrauber	X	X	regelmäßige Prüfung der Mess- und Wiederholgenauigkeit  bei Ring- und Schlagschlüssel nicht möglich, hier ist Erhöhung der Stichprobenanzahl erforderlich	Stichproben <sup>5)</sup>
	Handgehaltenes Schraubsystem z.B. elektrischer Schrauber	X	-		Stichproben <sup>5)</sup>
	Handwerkzeug z.B. Drehmomentschlüssel, Ringschlüssel	X	-		Stichproben <sup>5)</sup>
C niedrig <sup>9)</sup>  3.7	Handgeführtes Schraubsystem z.B. Hydraulikschrauber	X	-	regelmäßige Prüfung der Mess- und Wiederholgenauigkeit	-
	Handgehaltenes Schraubsystem z.B. elektrischer Schrauber	X	-		-
	Handwerkzeug z.B. Drehmomentschlüssel, Ringschlüssel	-	-	-	-

<sup>1)</sup> direkt/indirekt gemessene Steuergröße, z.B. Drehmoment, Drehwinkel, Längung, Druck, Vorspannkraft, steuert den Montageprozess  
<sup>2)</sup> direkt/indirekt gemessene Kontrollgröße, z.B. Drehmoment, Drehwinkel, Längung, Druck, Vorspannkraft  
<sup>3)</sup> Steuergröße und Kontrollgröße müssen unterschiedlich sein, mindestens eine muss direkt gemessen sein  
<sup>4)</sup> mindestens Größe muss direkt gemessen werden  
<sup>5)</sup> durch geschulte Mitarbeiter nach geeigneten Methoden, nach BetrSichV fachkundige Mitarbeiter  
<sup>6)</sup> Stichprobe muss durch geschulte unabhängige Person validiert werden, Anmerkung! „Abknicken“ ist hierfür nicht geeignet!  
<sup>7)</sup> Verwendung einer Steuergröße ist möglich, z.B. durch Längenmessung oder Verwendung von kraftmessenden Unterlegscheiben  
<sup>8)</sup> für die Längenmessung muss die Auflösung des Messgerätes 1/100 mm betragen, Messschieber (Schieblehren) sind hierzu nicht geeignet  
<sup>9)</sup> bei drucktragenden Verbindungen ist die Einstufung in die Kategorie C nach Stand der Technik nicht möglich

Die beschriebenen Anforderungen stellen den Stand der Technik dar. Die Umsetzung der Anforderungen führt in Zukunft zu sicher funktionierenden Schraubverbindungen und zur Reduzierung von Gefahren und Unfällen.

Weitere interessante Informationen zu verschiedenen Themen finden Sie auf der Homepage [www.thomsen-bremen.de](http://www.thomsen-bremen.de).

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

Mit freundlichen Grüßen aus Stuhr-Varrel  
Peter Thomsen

**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.

© Peter Thomsen, D-28816 Stuhr-Varrel

Stand 30.12.2023